

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет електроніки
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра акустики та акустoeлектроніки
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК 519.688

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

Дідковський В.С.
(підпис) (ініціали, прізвище)

“___” травня 2018р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 171 електроніка

(код і назва)

на тему: Покращення зображення отриманого з ультразвукового приладу

Виконав: студент б курсу, групи ДГ-62м
(шифр групи)

Сіньков Єгор Олексійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник: доц. к.т.н. Богданов О.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультанти:

з інформаційних технологій

(назва розділу)

_____.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

з нормоконтролю

(назва розділу)

_____.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет _____ Електроніки _____
(повна назва)

Кафедра _____ Акустики та акустoeлектроніки _____
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною (освітньо-науковою) програмою

Спеціальність (спеціалізація) 171Електроніка (Біоакустичні системи)
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ В.С.Дідковський
(підпис) (ініціали, прізвище)

«___» лютого 2018 р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Сінькову Єгору Олексійовичу**
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Покращення зображення отриманого з ультразвукового приладу

науковий керівник дисертації Богданов Олексій Вікторович. к.т.н. доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «09» лютого 2018 р. №691-с

2. Строк подання студентом дисертації 14 травня 2018р.

3. Об'єкт дослідження ультразвукова діагностика

4. Предмет дослідження (Вихідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою) зображення внутрішніх органів

5. Перелік завдань, які потрібно розробити

5.1 Дослідження ультразвукових приладів

5.2 Огляд проблеми візуалізації зображень

5.3 Шляхи підвищення якості зображень

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу презентація

7. Орієнтовний перелік публікацій

7.1 Ломака В. В. Акустичні методи діагностики респіраторної системи / В. В. Ломака, Є. О. Сіньков. // Актуальні питання сьогодення: зб. наук. Праць Міжнародної науково-практичної конференції – Обухів: Друкарня «Друкарник» (ФОП Гуляєва В.М.). 2018. – Т.9. – С. 22–28.

7.2 Ломака В.В. Методи обробки шумів дихання / В.В. Ломака. Є.О. Сіньков. // Перспективні напрямки наукової думки: зб. Наук. Праць Міжнародної науково-практичної конференції. – Обухів: Друкарня «Друкарник» (ФОП Гуляєва В.М.). 2018. – Т.6. – С.62-66.

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

9. Дата видачі завдання 09 лютого 2018 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Огляд та аналіз літератури	20.01.17 – 26.03.17	
2.	Ультразвукова діагностика	27.03.17 – 15.05. 17	
3.	Робота з зображеннями	04.10.17 – 22.12.17	
4.	Ультразвукові прилади	25.12.17 – 12.02.18	
5.	Обробка зображень	15.02.18 – 06.04.18	
6.	Опис стартап-проекту	10.04.18 – 27.04.18	
7.	Оформлення пояснювальної записки	30.04.18 – 10.05.18	
8.	Підготовка та оформлення презентації	11.05.18 – 18.05.18	

Студент

(підпис)

Є.О. Сіньков
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

О.В. Богданов

* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника

РЕФЕРАТ

Сіньков Є.О. «Покращення зображення отриманого з ультразвукового приладу» К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФЕЛ, кафедра Акустики та акустoeлектроніки, група ДГ-62м, 2018. – 76 аркушів, 29 ілюстрацій, 21 таблиця, 17 посилань.

У магістерській дисертації було досліджено ультразвукові зображення, а також прилади для ультразвукової діагностики. Розглянуто проблеми аналізу ультразвукового зображення лікарями для постановки діагнозу. Запропоновано шляхи збільшення контрастності ультразвукових зображень для більш якісного виявлення проявів хвороби.

Мета роботи – підвищення контрастності ультразвукового зображення

Методи дослідження: комп'ютерне моделювання

Об'єкт дослідження: ультразвукова діагностика

Ключові слова: ультразвукова діагностика, ультразвукові зображення, ультразвукові прилади.

ABSTRACT

Sinkov Y.O. "Improvement of the image obtained from an ultrasonic device"
K.: KPI im. Igor Sikorsky, FEL, Chair of Acoustics and Acousto-Electronics, group
ДГ-62М, 2018. - 76 sheets, 29 illustrations, 21 tables, 17 references.

In the master's thesis ultrasound images, as well as devices for ultrasound diagnostics were investigated. The problems of analysis of ultrasound image by doctors for diagnosis are considered. The ways of increasing the contrast of ultrasound images for more qualitative detection of manifestations of illness are proposed.

The purpose of the work is to increase the contrast of the ultrasound image

Research methods: computer simulation

Object of research: ultrasonic diagnostics

Key words: ultrasound diagnostics, ultrasound images, ultrasonic devices.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. УЛЬТРАЗВУКОВА ДІАГНОСТИКА	11
1.1. ЯВИЩЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ДІАГНОСТИКИ	11
1.2. ФІЗИЧНІ ПРИНЦИПИ УЗД ДІАГНОСТИКИ	14
Поява і реєстрація ультразвукових хвиль: метод ехо-сигналу	14
Діагностичний ультразвук: поширення ультразвуку в біологічних середовищах	15
Кристали датчика слугують як джерелом звукових хвиль, так і точкою сприйняття ехо-сигналів.	15
Створення зображення	15
Реєстрація часу та інтенсивності ехо-сигналу дає змогу візуалізувати акустичні сигнали в А-, В- і М-режимах.	15
1.3. МОЖЛИВОСТІ УЗД.	16
Протипоказання	17
Підготовка	17
Види ультразвукового дослідження:	18
1.4. ПЕРЕВАГИ Й НЕДОЛІКИ УЗД	18
Переваги УЗД досліджень:	19
Недоліки методу	19
РОЗДІЛ 2. РОБОТА З ЗОБРАЖЕННЯМИ	20
2.1. ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ	20
Проблеми обробки медико-біологічних зображень	22
Медичне зображення як об'єкт медичної інформатики	24
Медичні зображення	25
Стандарт DICOM	26
2.2. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ	26
Попередня обробка	26
Зміна контрастності зображень	27
Зменшення шуму	28
Квантування сірого	29
Відновлення зображень	29
Методика виявлення краю або контуру	30
Стиснення зображення	31
Перетворення зображення	32

	7
Повне перетворення	33
2.3. ПРОБЛЕМИ ОБРОБКИ ТА АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕНЬ	33
Проблема візуалізації зображень	34
Двовимірні томографічні зображення.	34
Тривимірне об'ємне зображення.	34
Способи двовимірної візуалізації.	35
Способи дійсної три вимірної візуалізації.	35
РОЗДІЛ 3. УЛЬТРАЗВУКОВІ ПРИЛАДИ	37
3.1. СУЧАСНІ УЛЬТРАЗВУКОВІ ПРИЛАДИ	38
Узд апарат siemens acuson s2000	38
Узи апарат toshiba aplio 500	40
3.2. УЛЬТРАЗВУКОВІ ПРИЛАДИ МАЙБУТНЬОГО: МІНІАТЮРИЗАЦІЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ОБЛАДНАННЯ	42
УЗД апарат на базі портативного планшетного комп'ютера	43
УЗД апарат на базі мобільного телефону	48
РОЗДІЛ 4. ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ	51
4.1. СКРИПТ ПРОГРАМИ ОБРОБКИ	51
4.2. УЗД ЗОБРАЖЕННЯ КІСТИ НИРКИ	52
4.3. УЗД ЗОБРАЖЕННЯ ПУХЛИНИ ХОЛЕДОХА	54
4.4. УЗД ЗОБРАЖЕННЯ ЦИРОЗУ ПЕЧІНКИ	56
4.5. УЗД ЗОБРАЖЕННЯ ШЛУНКОВОГО КАМЕНЮ	58
4.6. ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ	60
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ	61
5.1. ОПИС ІДЕЇ ПРОЕКТУ	61
5.2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АУДИТ ІДЕЇ ПРОЕКТУ	61
5.3. АНАЛІЗ РИНКОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАПУСКУ СТАРТАП- ПРОЕКТУ	62
5.4. РОЗРОБЛЕННЯ РИНКОВОЇ СТРАТЕГІЇ ПРОЕКТУ	67
5.5. РОЗРОБЛЕННЯ МАРКЕТИНГОВОЇ ПРОГРАМИ СТАРТАП- ПРОЕКТУ	70
5.6. ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ	72
ВИСНОВКИ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	74

ВСТУП

Можливості ранньої і точної діагностики, а отже, лікування, в останні роки різко зросли. В значній мірі це пов'язано з розвитком різних методів дослідження, які дають лікарю зображення нормальних та патологічних змін органів і тканин – медичні діагностичні зображення. Медичні зображення органів (medical imaging) – головне джерело інформації при встановленні діагнозу. З швидким зростанням загального рівня комп'ютеризації та технічного оновлення медико-профілактичних закладів України гостро постала проблема систематизувати набуту графічну інформацію, отриману в процесі діагностики, лікування та профілактики [1].

Стародавня латинська приказка свідчить: "Diagnosis cetra - ullae therapiae fundamentum" ("Достовірний діагноз - основа будь-якого лікування"). Впродовж багатьох століть зусилля лікарів були спрямовані на рішення складної задачі - покращення розпізнавання захворювань людини. Потреба в методі, який дозволив би заглянути всередину людського тіла, не ушкоджуючи його, була величезною, хоча і не завжди усвідомленою. Адже всі відомості, що стосуються нормальної і патологічної анатомії людини, були засновані тільки на вивченні трупів. Після того, як в Європі стали широко вивчатися розкриття трупів, лікарі змогли вивчити будову органів людини, а також зміни, які вони зазнають при тих або інших захворюваннях.

Яку величезну користь приніс би безпосередній огляд людського організму, якби він став раптом "прозорим". І напевно хто-небудь з вчених минулого міг припустити, що ця мрія цілком реальна.

Потреба побачити не оболонку, а структуру організму живої людини, його анатомію і фізіологію була такою насущною, що, коли проміння, що дозволяло здійснити це на практиці, було нарешті відкрите, звичайно консервативні і часто недовірливі до новин лікарі майже відразу зрозуміли, що в медицині наступила нова ера.

1895: Рентген

Кількість відкриттів в наступні роки зростала. З'ясовувалися всі нові можливості рентгенологічного методу. З'явилися перші книги, присвячені цьому методу. Незабаром ця література стала неосяжною.

У 1946 р. відомий радянський клініцист і організатор охорони здоров'я Н.Н. Пріоров на засіданні, присвяченому 50-річчю рентгенології, говорив: "Що стало б сьогодні з урологією, гінекологією і отоларингологією, неврологією і онкологією, хірургією і ортопедією, офтальмологією і травматологією, якби позбавити їх того, що дала рентгенологія у області діагностики і лікування?".

Але процес науки і техніки нестримний. Не встигли лікарі повністю освоїти можливості рентгенівського проміння в діагностиці, як з'явилися інші методи, що дозволяють одержати зображення внутрішніх органів людини, доповнюючі дані рентгенологічного дослідження. До них відносяться:.

~1950: Ультразвук.

~1955: Радіонукліди.

1972: Комп'ютерна томографія.

~1980: Магнітний резонанс.

Ці способи ґрунтуються на використанні близьких за своєю природою хвильових коливань, для проникнення яких тканини людського тіла не є непереборною перешкодою. Вони об'єднуються і тим, що в результаті взаємодії хвильових коливань з органами і тканинами організму на різних приймачах - екрані, плівці, папері та ін. - виникають їх зображення, розшифрування яких дозволяє робити висновок про стан різних анатомічних утворень.

Такими чином, всі вказані методи принципово близькі до рентгенодіагностики як за своєю природою, так і за характером кінцевого результату їх застосування.

На відміну від класичних медичних методів (пальпації, перкусії, аускультативної діагностики) основним аналізатором інформації, одержуваної способами променевої діагностики, є орган зору, за допомогою якого ми одержуємо близько 90% відомостей про навколишній світ. Коли широка мережа медичних установ буде оснащена високоякісною апаратурою, що дозволяє використовувати всі можливості променевої діагностики, а лікарі, що працюють в цих установах, будуть навчені поводженню з цією складною апаратурою і, головне, повноцінній розшифровці одержуваних з її допомогою зображень, діагностика основних захворювань людини стане більш ранньою і достовірнішою не тільки у великих науково-дослідних і клінічних центрах, але й на периферії - в поліклініках і районних лікарнях. У цих установах працює основна маса лікарів. Саме сюди звертається переважна більшість хворих при виникненні будь яких - тривожних симптомів. Від рівня роботи саме цих лікувально-діагностичних установ зрештою залежить рання і своєчасна діагностика, а отже багато в чому і результати лікування переважної більшості хвороб [1].

РОЗДІЛ 1. УЛЬТРАЗВУКОВА ДІАГНОСТИКА

1.1. ЯВИЩЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ДІАГНОСТИКИ

Ультразвукова діагностика (УЗД) — нешкідливий та неінвазивний метод діагностики за допомогою звукових коливань ультразвукового діапазону. Метод ґрунтується на принципі відбиття ультразвукових хвиль, які генерує датчик, структурами тіла людини, які володіють різною ультразвуковою проникністю, зворотнім їх сприйняттям та наступною комп'ютерною обробкою. Після цього на моніторі формується зображення внутрішніх органів, яке інтерпретує лікар.

Будь-яке середовище перешкоджає поширенню ультразвуку, у тому числі і тканини організму. Частина хвиль поглинається, але більша відбивається. Максимально хвилі відбиваються повітрям, тому не можна за допомогою УЗД дослідити легені (але можна середостіння та виявити рідину у плевральній порожнині), газ у кишечнику заважає скануванню, а на шкіру пацієнта наноситься спеціальний гель, який дозволяє прилягати датчику до поверхні тіла людини без наявності повітря.

Ультразвуковий сигнал у природі відкрив італійський вчений Л. Спалланціані у 1794 році, який виявив, що якщо кажану затулити вуха, то він втрачає орієнтацію. Дослідник висунув гіпотезу, що орієнтація цієї тварини у просторі здійснюється за допомогою невидимих та безшумних “променів”. Штучні УЗ хвилі вперше вдалося створити англійському вченому Ф.Галтону у 1876 році. У 1880 році брати Кюрі відкрили п'єзоелектричний ефект. Розвиток технологій дозволив за допомогою цих відкриттів створити перший апарат для медичної діагностики у 1937 році. Це була одномірна ехоенцефалографія. А у 50-х роках було вперше створено прилад для отримання ультразвукових зображень внутрішніх органів.

Ультразвукова діагностика активно застосовується вже більше 4-х десятиріч років, сучасну медицину неможливо уявити без даного виду медичної візуалізації органів та систем.

Важливими особливостями методу є дешевизна та відсутність шкідливих ефектів, тому враховуючи високу інформативність, УЗД використовується як первинний метод візуалізації захворювань органів черевної порожнини, малої миски, вагітності, стану внутрішньоутробного плоду, новонароджених [2].

Ультразвукове дослідження відноситься до основних методів медичної візуалізації. При цьому використовуються ультразвукові хвилі, і їхня здатність відбиватися від границь середовищ, що відрізняються за щільністю. Метод УЗД заснований на ехолокації глибоких тканин організму, а саме на вивченні зондуючого імпульсу ультразвуку і прийомі сигналів, відбитих від верхньої розділу тканинних середовищ, які володіють різними акустичними властивостями. Чим більша різниця хвильових опорів середовищ, що межують один з одним, тим амплітуда сигналу більша. Відбиті ультразвукові хвилі вловлюються давачем. Після підсилення і перетворення на електричні сигнали інформація оцифровується за допомогою АЦП (аналогово-цифрового пристрою) і подається в комп'ютер. За допомогою програмного забезпечення інформація обробляється і на екран подається двовимірне зображення тканин, через які пройшли ультразвукові хвилі.

Ультразвукове дослідження за короткий час пройшло шлях від низькочастотного сканування та чорно-білого зображення (рис.1) до високочастотних методик з кольоровою візуалізацією і можливістю вивчення потоку крові у судинному руслі – доплерографії (рис.2). За допомогою УЗД досліджують в основному органи ший, черевної порожнини та порожнини таза (щитоподібну залозу, печінку, підшлункову залозу, селезінку, жовчний міхур, нирки, надниркові залози, внутрішні жіночі та чоловічі статеві органи тощо). Можна дослідити стан суглобів та м'яких тканин, наявність випоту в плевральній та очеревинній порожнинах, виявити збільшені лімфовузли. Можливості методу роз-

ширилися за рахунок застосування внутрішньопорожнинних здавачів. УЗД серця (ехокардіографія) практично витіснила рентгенографію серця, що проводилася з контрастуванням стравоходу [3].



Рис.1. УЗД нирки. Пухлина лівої нирки

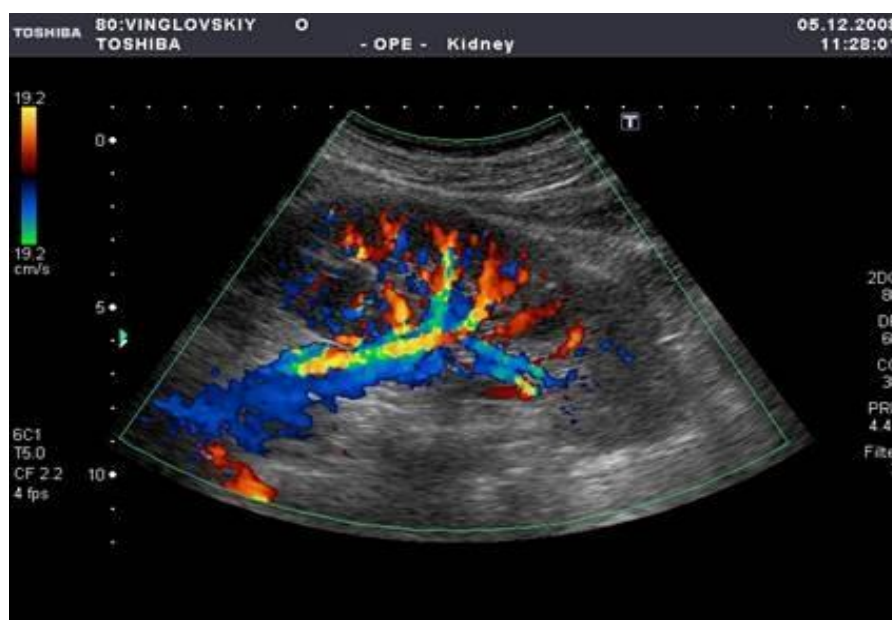


Рис.2. Кровотік в судинах нирок



Рис.3. УЗД зображення плоду

1.2. *ФІЗИЧНІ ПРИНЦИПИ УЗД ДІАГНОСТИКИ*

Ультразвук - пружні хвилі з частотами, що знаходяться за межами сприйняття слухового аналізатора людини. Частота діагностичного ультразвуку становить від 1 до 20 мГц.

Поява і реєстрація ультразвукових хвиль: метод ехо-сигналу

Використання властивостей ультразвуку в діагностиці засноване на принципі ехо-сигналу. Найдрібнішою функціональною одиницею ультразвукового датчика є п'єзокристал. Кристали здатні переводити електричні коливання в механічні та навпаки. Якщо помістити кристал в змінне електричне поле, то за рахунок зміни його форми створюються звукові хвилі. І навпаки, якщо на кристал впливають звукові хвилі, то за рахунок зміни його форми утворюється електричний імпульс.

На першому етапі кристал, вміщений у змінне електричне поле, починає коливатися. Датчик посиляє інтенсивний короткий хвильовий імпульс. Відразу після цього датчик переходить у режим прийому. Відображені на межі середовищ ехо-сигнали знову приходять до кристалу і виникають його коливання. Ці коливання переводяться в електричні сигнали, які і є основою для реконструкції зображення.

Діагностичний ультразвук: поширення ультразвуку в біологічних середовищах

При вивченні особливостей поширення ультразвукових хвиль у людському тілі можна умовно виділити три основні середовища: гази, м'які тканини та кісткові структури.

Кристали датчика слугують як джерелом звукових хвиль, так і точкою сприйняття ехо-сигналів.

Висока різниця в опорі між повітряним середовищем і тканинами організму приводить до повного відбиття хвиль. Велика різниця в опорі між кістковими структурами та тканинами також обумовлює високий рівень відображення. Прохідна крізь тканини частина ультразвукової хвилі є недостатньою для діагностичного обстеження. Помірна різниця в опорі між м'якими тканинними структурами є основою діагностичного ультразвуку. Велика частина звукових хвиль не відображається в перших шарах і доходить до структур, розташованих більш глибоко.

Створення зображення

Реєстрація ехо-сигналів, що надійшли, характеризується двома діагностичними параметрами:

- часом, необхідним для досягнення ехо-сигналом сприймаючого пристрою; це дає змогу визначити локалізацію на зображенні відображачих прикордонних поверхонь;
- інтенсивністю ехо-сигналу; цей параметр залежить від різниці щільності на кордоні між звукопровідними середовищами.

Реєстрація часу та інтенсивності ехо-сигналу дає змогу візуалізувати акустичні сигнали в А-, В- і М-режимах.

А-режим

Літерою А позначається амплітуда. Принцип А-режиму полягає в наступному. Посилається короткий звуковий імпульс, який поширюється в тканинах. Амплітуда відображених ехо-сигналів реєструється на осі, що показує час. Висота амплітуди залежить від інтенсивності ехо-сигналу.

В-режим

Літера означає яскравість. В В-режимі ехо-сигнал не візуалізується як коливання амплітуди, а як варіант сірого кольору. Висота амплітуди при цьому відповідає ступеню яскравості сірого кольору. Подібна реєстрація ехо-сигналу дає зображення в одному вимірі. Окремі зображення зберігаються протягом короткого часу. За рахунок переміщення акустичної осі п'єзоелементів на екрані відображається узагальнена картинка зрізу. Потім окремі рядки підсумовуються на моніторі як двомірне зображення.

М-режим

Літера М означає рух. М-режим використовується для візуалізації рухомих структур. Як і в В-режимі, виходять рядки, яскравість сірого кольору яких коливається. Для отримання двомірного зображення у В-режимі використовується велика кількість рядків, що виникають за рахунок зміщення акустичної осі. В М-режимі акустична вісь залишається постійною, але при цьому змінюється локалізація рухомих структур. Зображення при М-режимі утворюється за рахунок рядків, що йдуть один за одним, В-режиму з постійною акустичною віссю [4].

1.3. МОЖЛИВОСТІ УЗД.

УЗД — широко поширений метод діагностики. При ньому пацієнт не отримує променевого навантаження і вважається нешкідливим. У той же час, є ряд обмежень. Метод не являється стандартизованим і якість дослідження залежить від обладнання. Додаткові обмеження — надмірна вага та метеоризм.

УЗ дослідження являється стандартним методом діагностики, який застосовується для скринінгу. Це означає, що коли захворювання та скарг у хворого ще немає, для ранньої доклінічної діагностики слід застосовувати

саме УЗД. А вже для дообстеження, доуточнення відомої патології використовують КТ та МРТ.

Області застосування ультразвуку у медицині дуже широкі — виявлення захворювань щитовидної залози, молочних залоз, серця, судин, органів черевної порожнини, нирок та наднирників, органів малого тазу, в акушерстві та педіатрії. Під контролем УЗД проводяться деякі хірургічні маніпуляції. УЗД — єдиний безпечний метод діагностики під час вагітності.

Ультразвукове сканування дозволяє роздивитися структуру внутрішніх органів, побачити в них новоутворення, порожнини та кисти, різні вclusions.

За допомогою ультразвуку можна виміряти розміри органів та їх частин, діаметр судин, швидкість кровоплину.

Протипоказання

Протипоказання до УЗД відсутні. Метод не має променевого навантаження, його можна застосовувати необмежену кількість раз.

Підготовка

Дослідження органів черевної порожнини проводяться натще. Попередній прийом їжі має бути не менше, ніж 6-8 годин до дослідження. Із раціону слід виключити, продукти, які можуть викликати метеоризм — бобові, сирі овочі, чорний хліб, молоко. Також можлива додаткова необхідність у прийомі активованого вугілля, або інших ентеросорбентів, а також фесталу. При наявності у пацієнта цукрового діабету, можна прийняти легкий сніданок.

Для виконання трансабдомінального сканування органів малого тазу (сечового міхура, матки, простати) потребується наповнення сечового міхура. Для цього рекомендується утримуватись від сечовиведення протягом

3-х годин до дослідження або прийом 0,5 літра води за 1 годину перед дослідженням. При проведенні внутрішньопорожнинного дослідження (трансректальне, трансвагінальне), навпаки, потрібно спорожнити сечовий міхур.

Для дослідження інших зон ніякої додаткової підготовки не потребується.

Види ультразвукового дослідження:

- УЗД органів черевної порожнини;
- УЗД сечостатевої системи;
- УЗД молочних залоз;
- УЗД щитовидної залози;
- УЗД суглобів (стан м'язів, хрящів, сухожилків, суглобових сумок та м'яких тканин, що є недоступним для рентгенівського дослідження);
- УЗД при вагітності (підтвердження факту вагітності, визначення стану матки та плоду, неправильний розвиток плоду, а також 4D дослідження плоду);
- УЗД судин (визначення стану кровоплину у венах та артеріях).

Для більш ефективної діагностики бажаним є наявність направлення від лікаря, у якому він обґрунтовує необхідність тієї чи іншої діагностичної процедури, ставить питання, на які відповідає лікар ультразвукової діагностики після дослідження. Також дуже важливим є надання всієї медичної документації — результатів попередніх досліджень, лабораторних аналізів, перенесених операцій та попередніх захворювань. Наявність такої інформації дозволить лікарю-діагносту правильно інтерпретувати результати дослідження! [3]

1.4. ПЕРЕВАГИ Й НЕДОЛІКИ УЗД

Переваги УЗД досліджень:

- Рання діагностика захворювань, що дозволяє зробити лікування ефективним. Як відомо, перші стадії деяких захворювань не супроводжуються ніякими симптомами. УЗД дослідження дозволяє з'ясувати, на що хворий пацієнт і вчасно почати лікування.
- Універсальність.
- Інформативність.
- Швидкість виконання.
- Відсутність променевого навантаження.
- Метод неінвазивний - під час дослідження, обстеження не порушується цілісність шкірних покривів, можливості попадання в організм токсичних речовин практично немає.
- Безболісність - тому УЗД підходить навіть для маленьких дітей і переноситься ними абсолютно спокійно.
- Висока ефективність - лікар може чітко розгледіти будову органів і поставити більш точний діагноз.
- Невелика вартість - чинник, який також впливає на популярність методу.

Недоліки методу

Переоцінювати можливість УЗД не варто, адже точність постановки діагнозу все-таки залежить від самого лікаря, його досвіду і кваліфікації. Різні лікарі можуть по-різному інтерпретувати один і той же знімок. У деяких випадках можлива неправильна постановка діагнозу.

Дуже важливим є правильний вибір УЗД сканера. На точність показань впливають датчики і якість монітора (від нього залежить чіткість і точність зображення) [5].

РОЗДІЛ 2. РОБОТА З ЗОБРАЖЕННЯМИ

2.1. ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ

Рішення багатьох проблем науки і практики призводить до необхідності вилучення корисної інформації з різного роду багатовимірних даних, які, за аналогією з оптичними зображеннями, будемо називати багатовимірними зображеннями або просто зображеннями. Такі завдання виникають в дуже багатьох галузях знань: в медицині, радіо-, тепло- і гідролокації, дослідженні космосу і Землі, телебаченні і т.д. Наприклад, діагностика різних захворювань по зображеннях внутрішніх органів людини, виявлення лісових пожеж, пошук перспективних для лову риби акваторій, оцінка екологічного стану регіонів, навігаційні завдання.

Характерно, що ці завдання доводиться вирішувати при наявності різного роду чинників, що заважають - перешкод, що заважають зображень, мінливості умов спостереження, динаміки об'єкта, що спостерігається, взаємного переміщення приймача і об'єкта і т.д. Корисний сигнал може бути дуже слабкий по відношенню до перешкод і візуально невиразний на фоні заважають зображень.

Нерідко обсяг вихідних даних дуже великий (глобальний моніторинг Землі, масові медичні обстеження), вони надходять з великою швидкістю і вимагають обробки в режимі реального часу. Оператор не в змозі впоратися з таким потоком інформації.

Єдиним виходом з такої ситуації є комп'ютерна обробка зображень. Для цього необхідне створення відповідних математичних методів опису і обробки зображень, а також програмного забезпечення стосовно до конкретних задач.

Незважаючи на величезну різноманітність практичних завдань обробки зображень, вони зводяться до невеликої кількості таких основних завдань.

1.1 Фільтрація і поліпшення візуального сприйняття. Як уже відзначалось, корисне зображення може спостерігатися на тлі різних перешкод, які і

потрібно по можливості послабити. Крім того, може знадобитися зробити зображення більш контрастним, виділити контури і т.д.

1.2 Відновлення відсутніх ділянок. Через збої передачі зображень або особливо сильних перешкод окремі ділянки зображень можуть бути відсутні. Завдання полягає в їх відновленні. Таке завдання виникає, наприклад, при реставрації картин, фотографій і фільмів.

1.3 Виявлення об'єктів і їх ідентифікація. Потрібно на тлі заважаючих зображень знайти цікаві для нас об'єкти. Якщо таких об'єктів може бути кілька типів, то додатково потрібно їх класифікувати. Як приклади можна привести автоматичне зчитування номерів проїжджаючих автомобілів, виявлення та ідентифікацію літальних апаратів, виявлення лісових пожеж і т.д. Іноді завдання виявлення ставиться менш виразно (знайти те, не знаю що) - потрібно виявити аномалії, тобто ділянки зображень, які чимось відрізняються від свого оточення. Наприклад, до таких відмінностей може привести наявність корисних копалин, сільськогосподарських шкідників або локальних патологій внутрішніх органів.

1.4 Оцінка геометричних трансформацій і суміщення зображень. У процесі спостереження все зображення або окремі його частини можуть переміщатися через динаміки сцени, руху приймача або недосконалості його конструкції, турбулентності атмосфери і т.д. В результаті одні й ті ж елементи зображень знаходяться на спостережуваних кадрах в різних місцях, тобто, є геометричні трансформації зображень. Іноді ці трансформації є фактором, що заважає, наприклад, динаміка медичних зображень при диханні пацієнта. В інших випадках трансформація - фактор інформативний, наприклад, по зображеннях рухомих хмар можна оцінити поле швидкостей вітру в околиці аеропорту, що потрібно для забезпечення безпеки польотів. У будь-якому випадку потрібно оцінити геометричні трансформації, тобто, поєднати елементи одного зображення з відповідними їм елементами на іншому зображенні.

1.5 Оцінка параметрів зображень. У цю групу входять завдання виміру

різних характеристик зображень або їх окремих елементів: імовірнісні характеристики зображень, положення і розміри об'єктів і т.д.

1.6 Стиснення зображень. Великий обсяг і висока швидкість надходження даних ставлять підвищені вимоги до накопичувачів і каналів передачі зображень. Використання специфіки зображень часто дає можливість досягти значно більшого стиснення, ніж це дозволяють звичайні архіватори.

Крім перерахованих завдань власне обробки зображень, іноді виникає завдання їх розуміння, т.д. «А що б це значило, і які звідси впливають висновки?»

Дослідження з математичного опису та аналізу зображень були розпочаті в 50-х роках 20 - го століття, але тільки в 70-х роках ці дослідження привернули велику увагу вчених в усьому світі і стали проводитися дуже інтенсивно і по широкому фронту, що викликано необхідністю автоматичного аналізу зображень в різних додатках. Крім того, поява прогрес обчислювальної техніки дає можливість реалізувати в реальному часі більш ефективні алгоритми обробки зображень, ніж це було можливо раніше [6].

Проблеми обробки медико-біологічних зображень

Виділення контурів та фільтрація зображень є важливим в обробці медико - біологічних зображень, зокрема: зображення серця, головного мозку, внутрішніх органів тощо, саме там, де потрібна максимальна точність при проведенні операцій. Більше того при виділенні та фільтрації медичних зображень необхідна висока швидкодія. Тому просто створити програму на персональний комп'ютер замало, потрібно підібрати такий метод детектування і пристрій, який дозволить виконувати потрібні функції за максимально короткий час. На сьогодні запропоновано безліч методів виділення контурів, але кожний із них має суттєві недоліки, одні із яких пов'язані із неточним виділенням контурів, у зв'язку з наявністю різних за природою завад, другі - мають невисоку швидкодію.

Обробка зображень є багатоплановим завданням. Сюди включають рішення задач фільтрації шумів, геометричній корекції, градаційній корекції,

посилення локальних контрастів, різкості, відновлення зображень і ін.

Методи обробки зображень поділяють на два класи. Перший - методи обробки в частотній області, другий - методи обробки в просторовій області.

Методи обробки зображень в частотній області базуються на відповідних моделях зору людини, наприклад, моделі Стокхема, Ч. Холла і Е. Хол. Ці моделі показують, що ефективно змінити візуальну якість зображення можна проводити через зміну двох основних складових частин зображення - низькочастотної (фонові) і високочастотної (детальної). Алгоритми обробки в частотній області мають велику обчислювальну складність, яка обмежує їх використання для обробки зображень в масштабі реального часу. Однак, лінійна фільтрація широко використовується в когерентних оптичних системах обробки інформації, де як і в цифровій обробці сигналів вона базується на використанні швидких алгоритмів згортки і спектрального аналізу. Параметри необхідних фільтрів переважно визначають, користуючись принципами оптимальної фільтрації, розробленої для середньоквадратичного критерію якості фільтрації. Досягнення теорії фільтрації широко використовують при обробці зображень. Так, узгоджена фільтрація застосовується в обробці зображень з позицій не просто підвищення якості, а для виявлення об'єктів на зображеннях. Реальні системи формування зображень не є ідеальними через аберації, змазування зображення під час експозиції, низького контрасту, наявності атмосферних неоднорідностей і т.п. Тому для цих систем в припущенні їх лінійності і стаціонарності можна значно поліпшити якість зображень, застосовуючи техніку інверсної фільтрації.

Інший підхід до обробки зображень з метою поліпшення їх візуальної якості полягає у безпосередньому використанні різних фільтрів. Область їх функціонування - в основному частотна і рідше - просторова. Для цього використовують різні методи синтезу фільтрів, як одновимірних, так і двовимірних, чим забезпечують реалізацію заданих частотних характеристик.

Проведений аналіз показує, що використання фільтрації зображень з метою підвищення їх візуальної якості із забезпеченням високої швидкодії є

найбільш раціональним при реалізації в просторовій області. Однак арсенал алгоритмічних засобів обробки при цьому є недостатнім. Використання ж обробки в частотній області хоча і досить розвинене, але вимагає значних обчислювальних витрат [7].

Медичне зображення як об'єкт медичної інформатики

Усе різноманіття медичних зображень, незалежно від способів їхнього отримання, може бути віднесено до однієї з двох основних груп: аналогове і матричне зображення. До аналогових зображень відносяться ті, які несуть у собі інформацію безперервного характеру. Це зображення на звичайних рентгенограмах, сцинтиграмах, термограмах. Аналогові сигнали - це безперервні сигнали, у них присутнє багато зайвої інформації. До матричних зображень відносяться такі, які отримуються за допомогою комп'ютера. Вони мають у своїй основі матрицю, що міститься в пам'яті ПК. Матричними зображеннями є образи, що отримані при комп'ютерній томографії, цифрової рентгенографії, МР - томографії, ЕОМ - сцинтиграфії з комп'ютерною обробкою інформації, ультразвуковому скануванні. Таким чином, матричні зображення на відміну від аналогових мають дискретний характер. Оскільки в основі матричних зображень лежить комп'ютерізована технологія, вони стають доступними для різноманітної обробки на ЕОМ. Необхідно відзначити, що аналогові зображення можуть бути перетворені в матричні і, навпаки, матричні в аналогові. З цією метою застосовують спеціальні пристрої: аналого - цифрові і цифро - аналогові перетворювачі. Матричне зображення формується шляхом сканування електронним променем по рядках. Тим самим створюється можливість для сприйняття зображення в реальному часі. Для цього застосовується спеціальний дисплейний процесор, який через систему зв'язку (інтерфейс) підключений до основної ЕОМ. Пам'ять дисплейного процесора організована у вигляді матриці, кожному з елементів якої відповідає своя визначена ділянка дисплея. Подібна елементарна одиниця матричного зображення, який відповідає заномерована ділянка пам'яті, отримала назву «піксель» (від англійського pixel - picture element – елемент картини). Таким чином, уся площа екрану дисплея

являє собою матрицю – сукупність пікселів. У променевій діагностиці площа дисплея може формуватися у вигляді наступних матриць: 32 ´ 32, 64 ´ 64, 128 ´ 128, 256 ´ 256, 512 ´ 512, 1024 ´ 1024, 1024 ´ 1280 пікселів. Чим на більше число пікселів розбивається площа дисплея, тим вище розподільна здатність системи відображення.

Кожен піксель зображення записується в пам'яті дисплейного процесора різним числом біт – від 2 до 16. Чим більшою кількістю біт інформації представлений кожен піксель зображення, тим краще зображення за своїми зоровими властивостями і тим більше інформації воно містить про досліджуваний об'єкт. Так, 8-бітний піксель (байтова система запису пікселю), що найчастіше використовується в ультразвуковій діагностиці, містить 64 відтінки сірого кольору (від чорного до білого). У радіонуклідній діагностиці використовується переважно 8-бітний піксель, у ньому 256 градацій, тобто рівнів сірого. Неважко підрахувати, що матричне зображення 64 x 64 пікселів у радіонуклідній діагностиці вимагає 4096 байт пам'яті, а зображення 128 x 128 пікселів – 16384 байт [8].

Медичні зображення

Медичне зображення є одним з важливих засобів отримання візуальної інформації про внутрішні структури й функції людського тіла. Воно може бути отримане радіологічними або нерадіологічними методами.

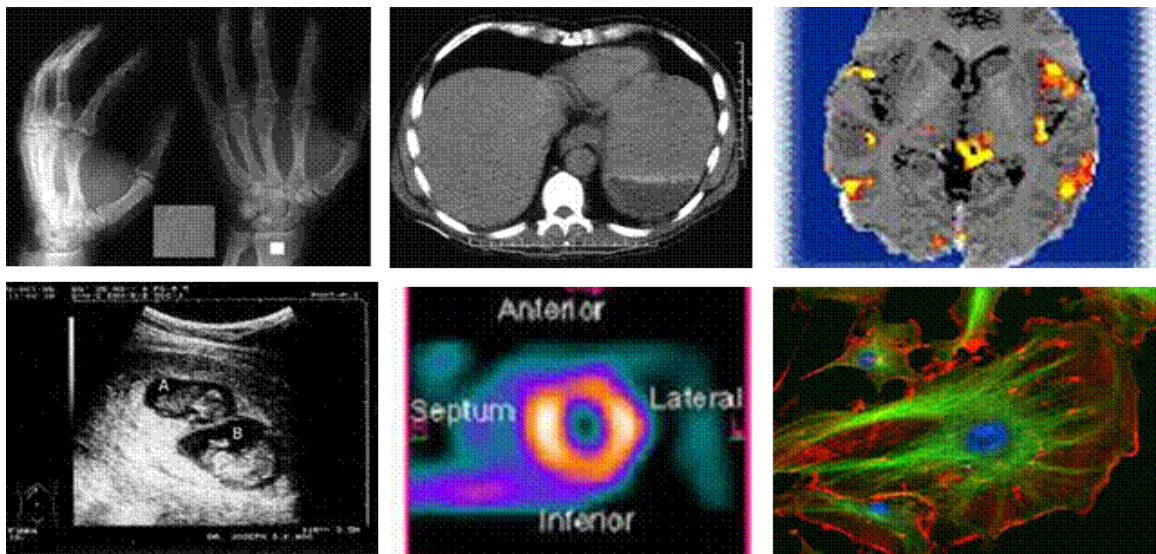


Рис.4. Приклади медичних зображень

Стандарт DICOM

DICOM - Digital Imaging and Communication in Medicine (Цифрова Візуалізація і Зв'язок у медицині). Постійна діяльність у розробці стандартів. Спонується Американським Коледжем з Радіології (ACR) і Національною Асоціацією Виробників Електроніки (National Electronics Manufacturers Association - NEMA), яка складає 22 робочі групи.

Стек – послідовність зображень, всі вони мають ті самі розміри, дуже часто, стек – послідовність зрізів 3-D об'єкта, може мати часову послідовність (фільм) [9].

Приклад: Стек, який перетворено до монтажу.

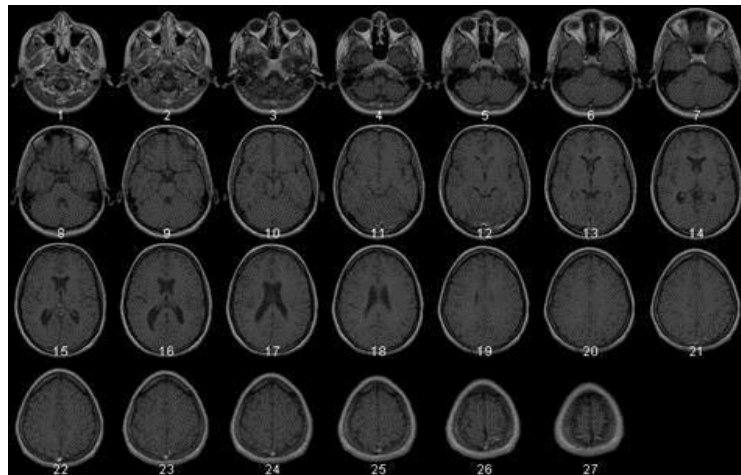


Рис.5. Стек, який перетворено до монтажу

2.2. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ

Обробка й аналіз зображень – це покрокова процедура, що залежить від результатів попереднього етапу, а також знань і досвіду оператора.

Фаза попередньої обробки поліпшує якість зображення, а фаза сегментації виділяє елементи, його складові, що в остаточному підсумку поліпшує якість і точність діагностики.

Попередня обробка

Фаза попередньої обробки усуває відхилення, пов'язані із системою генерації зображення, і зменшує шуми. Методи, що використовуються, оброб-

ляють за допомогою спеціальних програм цифрові дані й у такий спосіб поліпшують видимість деяких анатомічних структур.

Зміна контрастності зображень

Розрахунок гістограми зображення створює подання кількості пікселів для кожного рівня сірого в зображенні.

Аналіз гістограми робить очевидним розподіл сірих рівнів у зображенні й допомагає судити про якість представлення у цифровій формі. Якщо гістограма має нелінійний розподіл, то багато деталей будуть загублені. Операції по вирівнюванню гістограми поліпшують контрастність й, відповідно, відображення деталей.

Затемнення і видимість деталей зображення

Об'єкти всередині тіла відрізняються не тільки за фізичним контрастом, але і за розміром. Вони варіюються від великих органів та кісток до дрібних структурних елементів, таких як трабекулярні структури та невеликі системи. Саме дрібні анатомічні ознаки сприяють деталізації медичного зображення. Кожний метод візуалізації має обмеження щодо найменшого об'єкту, який можна відобразити, а значить – до видимості деталей. Остання є обмеженою, тому що всі методи візуалізації вносять в процес ефект розмиття. Основним результатом розмитості зображення є погіршення контрастності та видимості дрібних об'єктів або деталей.

Розглянемо зображення, яке демонструє різні об'єкти всередині тіла з точки зору як фізичного контрасту, так і розміру. Як вже згадувалось, межа між видимими та невидимими об'єктами залежить від контрастної чутливості системи візуалізації. Щодо розмитості, то слід зауважити, що вона майже не впливає на видимість великих об'єктів, але погіршує контрастність та видимість дрібних об'єктів. За наявності ефекту розмитості, як це завжди буває, зона невидимості скриває дрібні об'єкти та деталі зображення.

Ступінь розмитості зображення може бути виражена в одиницях довжини. Ця величина представляє ширину зони розмитості у зображенні дрібного об'єкта. Зображення внизу порівнює приблизні значення розмитості для

методів медичної візуалізації.

Загальними правилом є те, що найменший об'єкт або деталь, які підлягають зображенню, мають приблизно такі самі виміри, як і показники розмитості зображення.

Зменшення шуму

Шум у звичайній радіології і ядерній медицині виникає насамперед внаслідок ослаблення рентгенівських променів тканинами або емісією гамма-променів. Це викликає зниження контрасту. Зменшити цей шум можна фільтруванням або згладжуванням, коли повторно обчислює щільність кожної точки відповідно до щільності суміжних точок.

Іншою шумовою характеристикою будь-яких медичних зображень є рябизна зображення, що надає йому текстурований або зернистий вигляд. Джерело та обсяг шуму залежать від методу візуалізації. Розглянемо коротко вплив такого шуму на видимість.

На рисунку бачимо множину об'єктів всередині тіла, розташованих відповідно до фізичного контрасту та розміру. Тепер додано третій фактор, шум, який впливатиме на межу між видимими та невидимими об'єктами. Основним ефектом від посилення такого шуму зображення є розширення зони невидимості і таким чином обмеження видимості об'єкта. У більшості випадків візуалізації медичних об'єктів ефект шуму є найбільш помітним при зображенні малококонтрастних об'єктів, які вже знаходяться близько до межі невидимості.

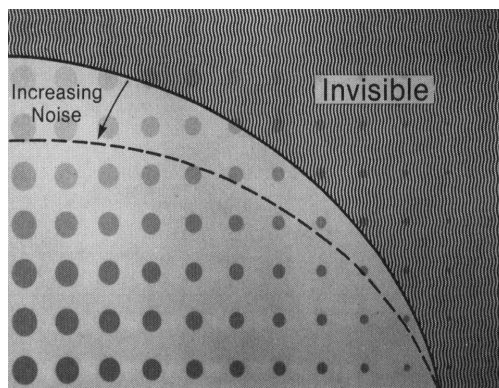


Рис. 6. Вплив шуму на видимість деталей зображення

Квантування сірого

Для представлення у цифровій формі піддаються не тільки елементи зображення, а й їх інтенсивність. Вихідна напруга телекамери або камери на приладах із зарядовим зв'язком є аналоговою напругою, яка залежить від інтенсивності падаючого світла. Діапазон напруг, від нуля (для отримання рівня чорного) і до максимальних величин для відображення найбільшої інтенсивності світла, поділяється на певну кількість рівних інтервалів. Чим більша ця кількість, тим краще відображаються різні ступені яскравості (рівні сірого) у цифровому зображенні. На рисунку 10.4 показано вплив використання різної кількості рівнів квантування сірого. Зазвичай для повного покриття сірої шкали береться 256 рівнів (які можна закодувати одним байтом).

Враховуючи просторове оптичне розділення та розділення по рівню сірого, одне зображення 512×512 пікселей із оптичним розділенням по сірій шкалі у 8 біт потребує 0,25 Мб пам'яті. Якщо необхідно отримати багатокольорове зображення, об'єм зайнятої пам'яті збільшиться втричі (0.75 Мб).

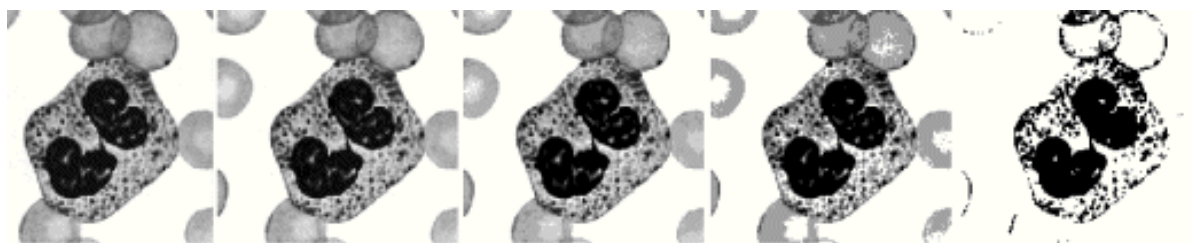


Рис. 7. Вплив різних рівнів квантування сірого (від 256 біт до 1 біту).

Відновлення зображень

На погіршення якості зображення під час його отримання можуть впливати різні характеристики. Прикладами є розмитість, викликана рухомою або розфокусованою камерою, накладання гармонік у 50 або 60 Гц, або ж викривлення геометричної перспективи. Корекція таких погіршень вимагає знання моделі процесу, що їх викликає. Метою відновлення зображення є покращення

певним чином якості зображення, або для візуального контролю, або для подальшої цифрової обробки. У цьому сенсі, відновлення зображень слугує тій самій меті, що і підвищення якості зображень. Відмінність полягає в тому, що отримане зображення може бути представленим як результат процесу зворотного погіршення, діючого по відношенню до оригінального зображення. Таким чином, відновлення зображень іноді називають об'єктивним покращенням якості зображення.

Методика відновлення може бути як глобальною, так і локальною, і може стосуватися як частотної, так і просторової області. Наприклад, усунення фактору збудження з відомою частотою частіш за все здійснюється в певній частотній області та здійснюється у такій послідовності: перетворення Фур'є, фільтрування та зворотне перетворення Фур'є. Усунення геометричних викривлень зазвичай відбувається у просторовій області. Таке фільтрування цілком подібне операціям з сигналами

Покращення зображень

Як вже згадувалось вище, основною метою покращення зображення є підвищення певним чином його якості. У залежності від цілі, можуть використовуватись різні методики покращення. Якщо зображення призначене для візуального контролю, то доцільним є посилення контрасту. Якщо ж зображення призначається для подальшої цифрової обробки, то доцільним може бути сегментація (операція, яка підсвічує межі між компонентами зображення та лінійними структурами у зображенні), хоча ця процедура не обов'язково сприятиме отриманню більш якісного зображення. Оскільки покращення зображення може виконуватись з різними цілями, то іноді його називають суб'єктивним покращенням зображення.

Подібно до технік відновлення, техніки підвищення якості можуть бути глобальними або локальними, і можуть стосуватися частотній або просторовій області.

Методика виявлення краю або контуру

Методи виявлення країв або контурів використовуються для виявлення

подібних до ліній локальних структур у зображенні зазвичай як етап попередньої обробки перед сегментацією зображення.

Краї є межами між двома областями у зображенні з різними середніми рівнями сірого. Таким чином, більшість методик виявлення країв спирається на застосування певного оператора градієнту. Існує можливість застосування операторів градієнту, які мають чутливість до градієнтів у горизонтальному, вертикальному або діагональному напрямках, а результати можуть бути скомбіновані для виявлення країв у довільних напрямках. У більшості практичних випадків виявлення країв виконується як операція локального фільтрування. Виявлення країв необов'язково означає сегментацію всього зображення: виявлені краї можуть бути не неперервними та загалом не становитимуть завершеного контуру навколо об'єкта, що вивчається.

Сегментація

Ця фаза обробки зображення ізолює окремі елементи зображення (органи, клітини й т.д.). Метод заснований на ідентифікації однакових пікселів з допустимим рівнем похибки. Шляхом порівнянням двох різних за часом сегментованих зображень виявляють динаміку.

Стиснення зображення

Цифрові зображення займають багато пам'яті. З цієї причини, а також задля ефективної їх передачі, особлива увага приділяється способам стискання зображення. Метою цих способів є створення зображень, які займають менше місця, однак достатньою мірою відповідають оригіналу. На основі цих стиснутих зображень можна точно або наближено відтворити оригінали за допомогою способів відновлення.

Якщо необхідно відновити зображення якомога точніше, то не можна використовувати такі очевидні методи як зменшення просторового розділення або градацій яскравості: після таких операцій оригінальне зображення не підлягає відновленню. Один із способів стискання називається кодування довжин серій (run-length coding), він базується на тому факті, що багато зображень мі-

стять більш-менш гомогенні частини. При зчитуванні зображення рядок за рядком його вміст представлений послідовністю пар (рівень сірого – кількість пікселів). Фактор, який дозволяє зменшити вимоги щодо об'єму пам'яті завдяки цій технології, залежить від середньої тривалості послідовності імпульсів. Це – технологія без втрат інформації (тобто, в результаті її застосування втрати відсутні), оскільки можливо повною мірою відновити оригінальне зображення шляхом виконання зворотної операції.

Інша технологія стискання без втрат інформації спирається на той принцип, що загалом різниця рівнів сірого між послідовними пікселями є меншою, ніж повна кількість рівнів сірого, і таким чином цю різницю можна записати меншою кількістю біт.

Якщо незначні відхилення у якості між оригіналом та відновленим зображенням допускаються, то можна застосовувати численні технології стискання, які передбачають втрату даних. Із збільшенням кількості комп'ютерних мереж, через які передаються зображення, наприклад, лікарняних мереж або WWW, технології стискання стали важливим аспектом обробки зображень. Стандартом для стискання радіологічних та інших зображень є так званий Стандарт цифрових зображень та комунікацій у медицині¹.

Перетворення зображення

Обробка зображень може здійснюватися, наприклад, з метою покращення якості зображення та виявлення країв. Такі операції з обробки зображень (перетворення) є операціями типу увід-вивід зображення.

Існує два кардинально відмінних види перетворень зображення: повне і локальне. В обох випадках значення яскравості в будь-якій точці похідного зображення є функцією від значень яскравості певної кількості точок оригінального зображення. При повних перетвореннях це функція усіх точок оригінального зображення; при локальних перетвореннях це функція лише деяких точок, розташованих поблизу від відповідного пікселя в оригінальному зображенні.

Повне перетворення

Найвідомішим повним перетворенням є перетворення Фур'є.

При обробці сигналів перетворення Фур'є призводить до перетворення сигналу з однієї системи координат в іншу: з часової до частотної. При обробці зображень перетворення Фур'є є перетворенням зображення з просторової області в іншу область, також частотну. Перетворення Фур'є часто використовується для частотного фільтрування: перебуваючи у частотній області можна усунути небажані частоти. Зворотне перетворення (за допомогою зворотного перетворення Фур'є) має наслідком отримання зображення у вихідній просторовій області, з якої були усунені небажані частоти. Такі процеси фільтрування іноді використовуються, наприклад, для усунення небажаного накладання картини з відомою частотою (наприклад, від джерела електроенергії 50 або 60 Гц). Коли низькі частоти відфільтровані, результатом зворотного перетворення стає зображення, в якому підсилено високі частоти. Таке зображення краще пристосовано до подальших операцій з виявлення країв [10].

2.3. ПРОБЛЕМИ ОБРОБКИ ТА АНАЛІЗУ ЗОБРАЖЕНЬ

Зображення з точки зору пам'яті комп'ютера можна трактувати просто як масив чисел, на зразок неструктурованого медичного запису (скажімо, про пацієнта). Медичні зображення вирізняються тим, що вони несуть великий вміст інформації, даних (як і будь-яке три вимірне зображення).

При цьому без виділення певних типів структур (якими для медичних зображень є, наприклад, різні органи, ділянки органів) дані можуть бути відображені, але подальша їх обробка неможлива. Оцінюючи зображення, можна виділити ще більше абстрактної інформації, що є корисною для діагностики та терапії. Оцінювання зображення може здійснюватися як завдяки візуалізації, так і за допомогою кількісних аналітичних методів.

Аналіз медичних зображень розв'язує дві головні проблеми:

- реєстрація зображень;
- візуалізація зображень.

Проблема *реєстрації* зображень. Однією з найскладніших задач, яка ще чекає остаточного розв'язання в аналізі медичних зображень, є реєстрація зображень, які є, як правило, три вимірними. Реєстрація медичного зображення є винятково важливою для подальшого його аналізу.

Проблема візуалізації зображень

На сьогодні використовуються дво- та тривимірні проекції зображень.

При рентгенологічному чи флюорографічному дослідженні промені проходять через внутрішні структури тіла. Тобто, на вході ми маємо три вимірний об'єкт а на виході отримуємо лише єдине двовимірне зображення. Таке зображення несе багато корисної інформації, але отримати її складно. Багато структур залишаються незрозумілими (наприклад, ребра, що затемнюють легені). Дійсні тривимірні структури не проявляються.

Двовимірні томографічні зображення.

При ультразвуковому дослідженні, комп'ютерній томографії береться об'ємний переріз. Тобто на вході системи ми маємо двовимірний об'ємний переріз. На виході маємо також двовимірне зображення. Хоча помітно усі структури, все ж можна втратити цікаві частини об'єму в цілому. І знову ж тривимірна структура об'єкту – невідома.

Тривимірне об'ємне зображення.

Використовуючи УЗД або КТ та ряд томографічних перерізів ми маємо змогу отримати об'ємне зображення. Отже, на вході такої системи маємо тривимірне зображення, на виході – тривимірний об'єм. При цьому об'єм розглядається повністю, а отже, ніщо не втрачається і не викликає сумнів. Однак тут маємо справу із набагато більшою кількістю даних. Можна навіть

«сфотографувати» послідовність об'ємів в часі.

Порівняння двовимірної та тривимірної візуалізацій. Проекція томографічної візуалізації проста; дво вимірне зображення відображається на двови-

мірний дисплей (світлинку або монітор). Об'ємна візуалізація складніша: тривимірний об'єм повинен бути якимось чином представлений на двовимірному пристрої (монітор комп'ютера).

Способи двовимірної візуалізації.

Режим фільму передбачає перегляд осьових площин, як це робиться в анімації. Режим багато-площинного переформатування передбачає перегляд осьових та довільних похилих площин.

Способи дійсної три вимірної візуалізації.

При виборі способу три вимірної візуалізації повинні враховуватися такі обставини. Наші очі та мозок добре адаптовані до інтерпретації тривимірних, а не двовимірних картин. Методи візуалізації повинні представляти елементи усього об'єму. Інтуїтивна візуалізація повинна відображати інформацію в природнішій формі. На сьогодні використовуються такі способи тривимірної візуалізації.

Проекція максимальної інтенсивності знаходить значення максимальної інтенсивності вздовж променя, що проходить через об'єм. Перевагою такого методу є те, що тривимірна структура може бути легко візуалізована при поворотах точки зору. Недоліками є: багато інформації втрачається (наприклад, коли всі значення максимальні); деталі відносно рівних поверхонь втрачаються.

Відображення затіненої поверхні передбачає спочатку її визначення на основі об'ємних даних і тільки тоді – її відображення. Перевагою є те, що він дає реальний тривимірний вигляд з хорошою візуалізацією морфології поверхні.

Недоліками є: багато даних втрачається (наприклад, все поза поверхнею); метод вимагає визначення поверхні (це є складним завданням сегментації).

Об'ємне виконання (volume rendering). Таблиця непрозорості робить деякі інтенсивності прозорими (наприклад, повітря), деякі — непрозорими (наприклад, тканина). Перевагами є реальний тривимірний вигляд без потреби сегментації та надзвичайна якість зображення. Недоліком може бути сповільненість. Адже більшість спеціалізованого графічного апаратного забезпечення сконструйовано і оптимізовано для відображення поверхонь, а не об'ємного виконання [11].

РОЗДІЛ 3. УЛЬТРАЗВУКОВІ ПРИЛАДИ

Сьогодні УЗД обладнання є просто незамінним в будь-якому медичному центрі, незалежно від напрямку діяльності. Ультразвукове дослідження – це затребуваний метод неінвазивної діагностики, завдяки якому можна безболісно, нешкідливе і швидко вивчити стан внутрішніх органів людини. Цим і пояснюється широке застосування УЗД апаратів у всіх областях медицини. Якісні прилади дозволяють отримувати результати високої точності, на основі яких можна робити висновки і проводити подальші дослідження. Серед виробників ультразвукового устаткування лідерами на ринку є: Esaote, Philips, Medison (Samsung), Toshiba, Siemens і деякі інші. Продукція цих компаній давно зарекомендувала себе як якісна і надійна.

Які бувають УЗД прилади

Стаціонарні прилади є консоль з монітором на кронштейні, а також панелью управління, яка розміщена над системним блоком, куди і підключаються датчики. Таке обладнання призначене для застосування в приміщенні медзакладу. Його конструкція забезпечує максимальний комфорт при проведенні огляду. Як правило, вони мають невеликі розміри, що дозволяє легко переміщати їх з приміщення в приміщення, транспортувати на ліфті, але не розраховані для виїздів до пацієнтів;

Портативні (мобільні) прибори схожі на ноутбук або мають вигляд моноблока з розкладний клавіатурою. Крім цього є моделі планшетного типу, які можна легко тримати однією рукою. Вони можуть застосовуватися в кабінетах (встановлюватися на столик або спеціальну стійку), переноситися в палату для діагностик лежачих хворих, а також використовуватися для виїзду додому до пацієнтів. Функціональні можливості портативних моделей не настільки широкі, як у стаціонарних, оскільки вони практично не підлягають модернізації, а розширення функціоналу може бути здійснено лише за рахунок програмних рішень. Таким чином, в арсеналі медичного центру бажано мати як стаціонарний УЗД апарат, так і портативну модель [12].

3.1. СУЧАСНІ УЛЬТРАЗВУКОВІ ПРИЛАДИ

Узд апарат siemens acuson s2000



Рис.8. Siemens acuson s2000

Характеристики siemens acuson s2000

- жк монітор - 19 дюймів, роздільна здатність - 1280 x 1024 пікселів
- динамічний діапазон - 210 дБ
- число цифрових каналів обробки даних - 67 000
- діапазон частот сканування - 1,0-18,0 мГц
- глибина візуалізації - 30 см
- високощільні датчики з кол-вом елементів 192 і 576
- типи підтримуваних датчиків: конвексний, секторні

Фазовані, лінійні, внутрішньопорожнинні мікроконвексний,
 Комбіновані електронно-механічні датчики об'ємного
 Сканування, черезстравохідною, катетерного для внутрішньосерцевих
 Досліджень

- формати сканування: секторний (кут розгортки до 90 °),
 - Конвексний (до 175 °), лінійний, трапецієподібний на лінійних Датчиках
 - жорсткий диск - 1,5 тб, кінопетля не менше 30 секунд
 - Записи
 - деякі методи обробки зображень:
 - 3d dynamic tce TM - технологія адаптивного посилення тканинного контрасту
 - advanced sieclear TM - метод створення композитних зображень
 - надвисокочастотний датчик
- технології: 3d і 4d в радіології, кардіології та дослідженні плоду; fetal heart stic (волюметричне дослідження серця плоду); vvi TM (векторні дослідження серця плоду); esie touch (еластографія); syngo esiecalcs (система автоматичних розрахунків в В режимі); та ін. [13].

Узи апарат toshiba aplio 500



Рис. 9. Toshiba aplio 500

Коротка характеристика УЗД апарату Toshiba Aplio 500

- ЖК монітор 19 дюймів з можливістю регулювання положення у вертикальній і горизонтальній площинах
- сенсорна панель управління 10 дюймів
- конектори для підключення 3/4-х датчиків
- вбудований жорсткий диск УЗД апарату - 160 Гб
- жорсткий диск робочої станції - 250 Гб
- кінопетля - 4090 кадрів
- кількість приймально-передавальних каналів - понад 70 тис.
- кількість фізичних передавальних каналів - 190
- глибина сканування - до 32 см

- габарити: 500 (Ш) x 1400-1700 (В) x 900 (Г)

- маса - 140 кг.

Найближчі конкуренти: Philips EPIQ 7, GE Logiq E9, Siemens S3000, Hitachi Ascendus

Технічні характеристики:

1. Технології УЗД апарату Aplio 500

- Fly Thru (технологія віртуального переміщення всередині порожнин, потоків, судин в процесі об'ємної реконструкції),
- Smart Fusion (суміщення зображень, отриманих на КТ і МРТ, із зображенням, що отримується в процесі діагностики на УЗД апараті Aplio 500)
- Precision Imaging (прецизійна візуалізація в результаті отримання і обробки даних від суміжних сигналів))
- ApliPure + (підвищення контрастності зображень)
- Advanced Dynamic Flow (покращений динамічний потік в результаті поєднання просторового і частотного кодування)
- High Density Beamforming (формування ультразвукового пучка високої щільності, що дозволяє отримувати зображення з високою роздільною здатністю)
- CEUS (контрастне посилення, підтримуване 24-ма датчиками, включаючи 3D / 4D датчики)
- VRI (візуалізація з розпізнаванням судин)
- Micro Flow Imaging (візуалізація мікрокровотока)
- TSO (оптимізація тканинного відображення)
- iStyle + (оптимізація натисненням однієї кнопки комплексу параметрів в залежності від параметрів обстежуваного пацієнта і виду дослідження)
- Speckle Reduction (придушення шумів) і інші технології і функції вже зарекомендували себе в інших моделях УЗД апаратів Тошиба.

2. Режими і функції:

B-, M-, PW, CW, HPRFPW, Color, двобічний і триплексний режими, енергетичний і тканинний доплер, панорамне і трапецевидное сканування,

еластографія, технологія ІМТ (автоматичне вимірювання комплексу інтима-медіа), тканинна гармоніка, віртуальна об'ємна соноендоскопія, стрес -ехо, анатомічний М режим.

3. Датчики УЗД апарату Aplio 500

Апарат має понад 30 моделей датчиків, в тому числі лінійні, конвексний, секторні, внутрішньопорожнинні, через стравохід, інтраопераційні та олівцеві.

4. Опції

- CW доплер
- панорамний реконструкція
- функція трекінгу і оцінки зсуву стінки міокарда
- ЕКГ модуль
- функція виявлення мікрокальцинатів в молочній залозі
- пакет ПЗ для кількісного аналізу структури печінки
- Транспіщеводная ехографія
- контрастна ехографія
- функція Fly Thru
- режим 4D
- функція 4D STIC - отримання об'ємного зображення серця
- функція Multi View створення серії поперечних перерізів для отримання об'ємного зображення
- СКАНУВАННЯ 4D З КОНТРАСТНИМ ПІДСИЛЕННЯМ [14].

3.2. *УЛЬТРАЗВУКОВІ ПРИЛАДИ МАЙБУТНЬОГО: МІНІАТЮРИЗАЦІЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ОБЛАДНАННЯ*

У 2015 році зростаючий попит на портативні пристрої спровокував появу на ринку медичного обладнання мініатюрних моделей ультразвукових сканерів, покликаних прискорити процес діагностики, підвищити якість обслуговування та спростити догляд за хворими. Апарати подібного роду – революція в області ультразвукових досліджень, так як вони радикально змінюють підхід

до організації ультразвукової діагностики, ведення вагітності, геріатрії, догляду за важкими та хронічно хворими пацієнтами, а також методи роботи патронажних служб [15].

УЗД апарат на базі портативного планшетного комп'ютера

Ідея об'єднати функціонал планшетного ПК з можливостями ультразвукового апарату народилась в інженерів давно, але перші конкурентоздатні моделі з'явилися на межі 2015-2016 років. За їхню основу були взяті принципи мініатюризації, високої ефективності та зручності для щоденної експлуатації. У підсумку отримано мобільний багатофункціональний пристрій, за допомогою якого УЗД діагностика отримала шанс стати загальнодоступною.

Philips VISIQ - перший УЗД-планшет компанії

Індійський підрозділ компанії Philips представило свою нову розробку - планшетний ультразвуковий сканер VISIQ - під час корпоративного саміту з інновацій, який відбувся в Бангалорі. VISIQ - перший УЗД-планшет Philips. У ньому вдалося поєднати відразу кілька переваг: високу ефективність, простоту, зручність експлуатації і мініатюрні розміри. Представники компанії вважають, що цей прилад підвищить доступність сучасних методів діагностики в акушерстві та гінекології, особливо передпологових палатах, а також віддалених регіонах.

Цей компактний УЗД-планшет можна без проблем взяти туди, де потрібна медична допомога. Він виходить зі сплячого режиму за лічені секунди, а заряд акумулятора забезпечує 2,5 години безперервної роботи. За якістю зображень Philips VISIQ не поступається УЗД апаратів преміум-класу, - з його допомогою майбутні батьки можуть побачити навіть пальчики на руках і ногах свого малюка.

Оператор управляє VISIQ за допомогою сенсорного екрану тими ж рухами, які звичні користувачам смартфонів і звичайних планшетів. Прилад дозволяє зберігати зображення, проводити вимірювання і обмінюватися даними. Крім того VISIQ оснащений такими ж функціями автоматичної оптимізації зображень, що і система преміум-класу Philips EPIQ. Вбудований модуль Wi-Fi

і підтримка стандарту DICOM дозволяють відправляти дані в лікарняну або хмарну систему архівації та передачі зображень (PACS).



Рис.10. Philips VISIQ

Philips VISIQ втілює в собі нове бачення компанії. Тепер лікарі можуть взяти ультразвуковий сканер туди, де раніше УЗД було просто недоступно, - говорить А Крішна Кумар, доктор медицини, віце-голова Philips India. - Персонал самих різних медичних установ - від крихітних провінційних лікарень до великих центрів - зможе обстежити майбутніх породіль у віддалених регіонах, де раніше про подібні дослідження можна було тільки мріяти, і це допоможе знизити материнську смертність при пологах [16].

Я працювала з різними ультразвуковими системами, і, по-моєму, VISIQ один з найбільш зручних апаратів УЗ діагностики. Я можу використовувати

його де завгодно: у ліжку хворого, в передпологовій палаті і навіть в операційній. Система влаштована дуже просто, і можна швидко навчити персонал роботи з нею. Ще одна важлива перевага - функція доплерографії. Нам не доводиться спеціально посилати пацієнтів в кабінет ультразвукової діагностики, а потім чекати результатів. За допомогою цього нескладного приладу ми можемо приймати оперативні рішення. Процес прискорюється, і це порадує і лікарів, і пацієнтів, - каже доктор Шашікала Бхат, відділення акушерства і гінекології, лікарня TMA Rai, Удупі, Індія.

VISIQ - це рішення на базі одного датчика. Невеликий інтелектуальний датчик нової системи, який зручно лягає в руку, є її серцем. VISIQ підтримує імпульсний доплеровський 2D B & W режим, а також колірної доплер. Мініатюризація дозволила Philips інтегрувати в датчик передовий цифровий широку смуговий формувач сигналу і потужний модуль отримання зображень.

Представники компанії стверджують, що зображення, що видається пристроєм, цілком можна порівняти зі стаціонарними ультразвуковими сканерами (багато такі пристрої займають 2-3 квадратних метра). Дисплей встановлений сенсорний, і управління пристроєм здійснюється так само, як і управління планшетом.

Крім самого модуля обробки сигналів (використовується доплерівський 2D B & W режим), що надходять від сканера, планшет оснащений ПО для оптимізації і аналізу зображень. Після обробки зображення виходить чітким, без артефактів, характерних для деяких типів ультразвукових сканерів. Функція AutoSCAN автоматично визначає тип тканини, і оптимізує сигнал для обробки певних тканин.

Є і модуль бездротового зв'язку WiFi, який дозволяє передавати отримані дані на будь-які інші пристрої.

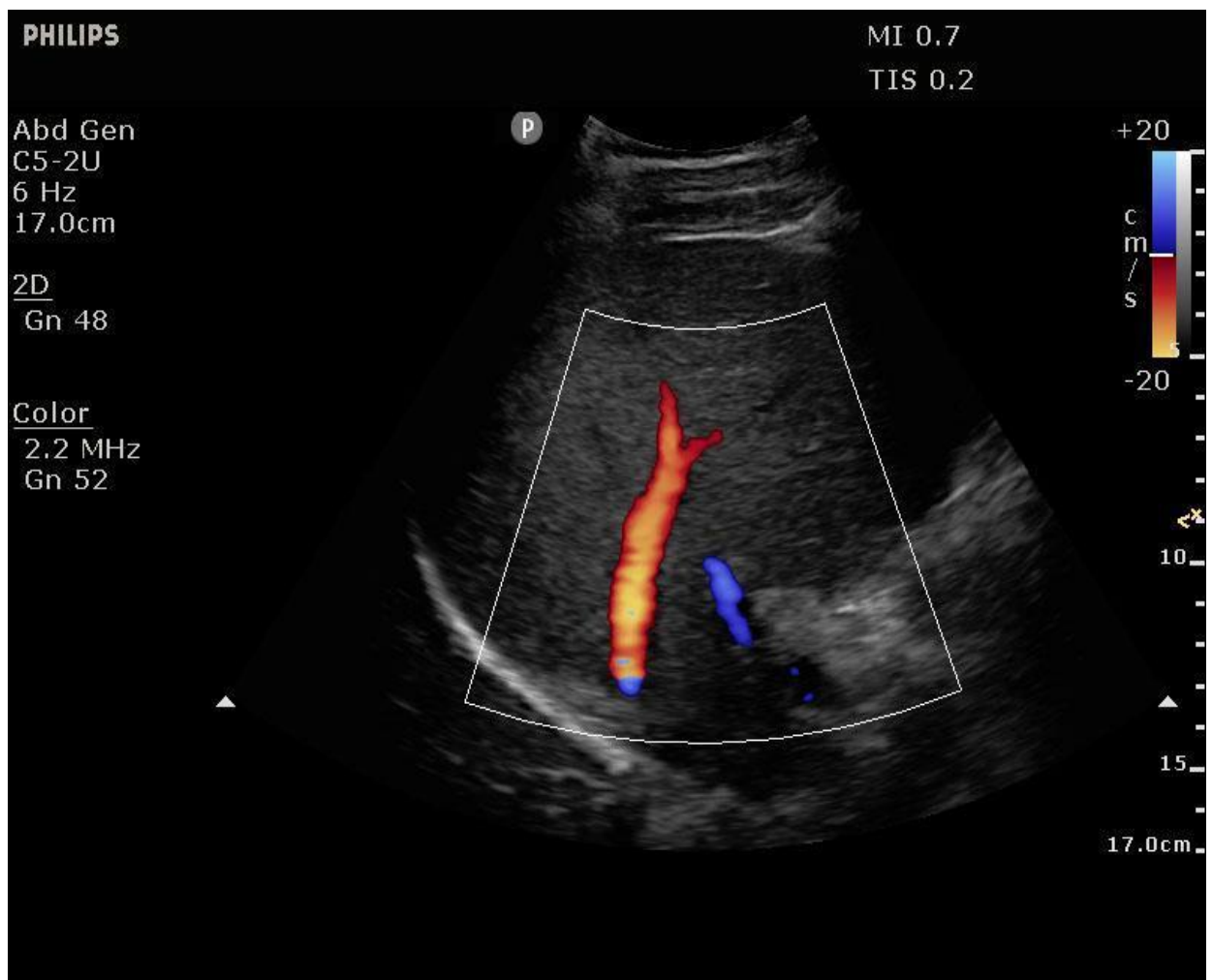


Рис.11. УЗ зображення

Крім усього іншого, система дуже проста у використанні, будь-яка людина, який раніше мав досвід поводження з телефоном / планшетом, впорається і з цим сканером. Звичайно, варто враховувати те, що тільки кваліфікований лікар зможе зрозуміти, що зображено на дисплеї пристрою. Картинка чітка, так, але для її розшифровки потрібно бути медиком.

Само собою, ціна девайса низькою бути не може, все професійне медичне обладнання коштує дорого. Рітейл-ціна Philips VISIQ становить 14500 доларів США.

Для приватної особи це сума досить значна. Для лікарні ж подібні суми - не дуже істотні, адже багато приладів і пристрої коштують набагато дорожче.

А такий девайс можна взяти в будь-яке місце, невелике поселення, наприклад, де немає можливості встановити стаціонарні УЗД-установку.

Області застосування нового УЗД-планшета від Philips - акушерство-гінекологія і черевна порожнина. Крім того прилад зручний для проведення УЗД в місці надання медичної допомоги, а також в таких критичних ситуаціях як аварії та катастрофи [107]/

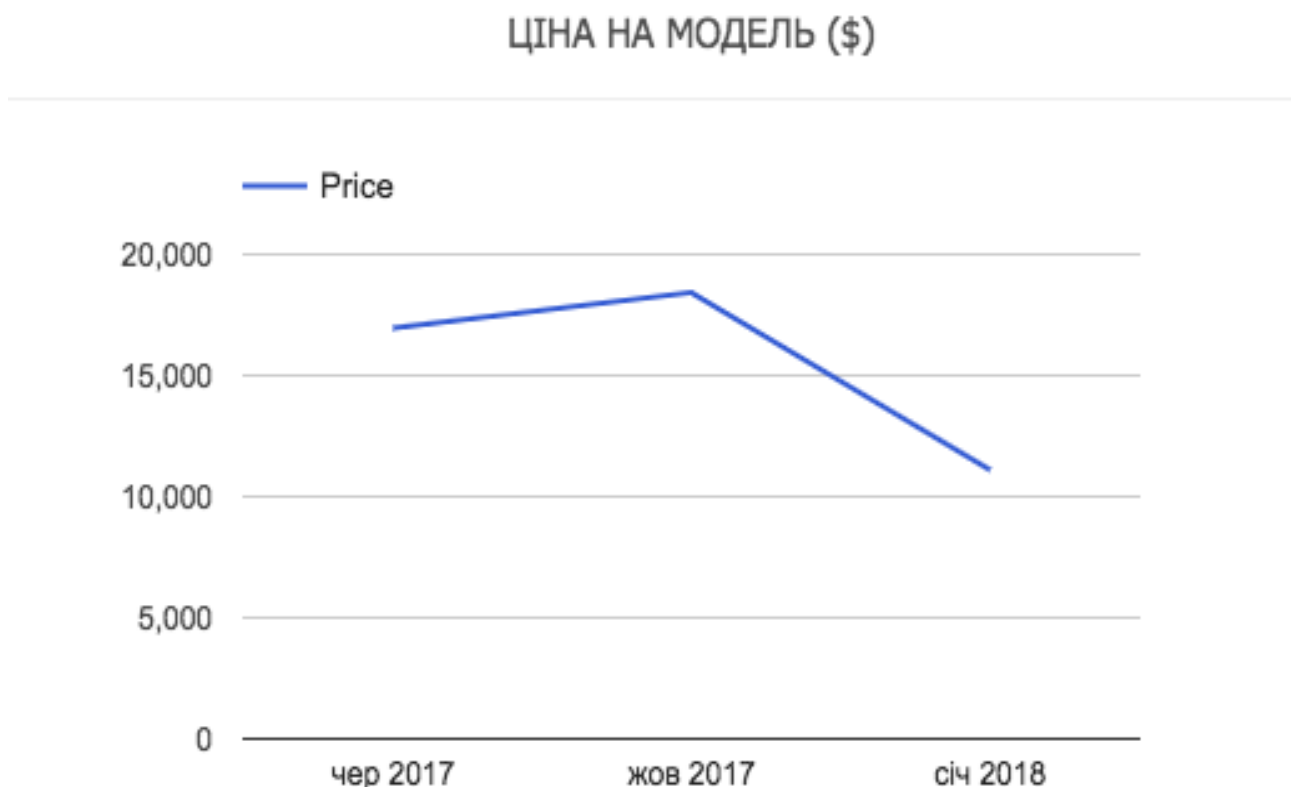


Рис.12. Ціна на модель

Сфери застосування УЗД-планшетів охоплюють діагностику поверхнево розміщених органів та новоутворень, вивчення черевної порожнини, акушерство та гінекологію. Ергономічна конструкція сканера зробила його незамінним у критичних ситуаціях, таких як стихійні лиха, промислові аварії та катастрофи. Планшетний сканер вмикається за кілька секунд, а заряд вбудованої перезаряджуваної батареї забезпечує в середньому до 2,5 годин безперервної роботи з візуалізацією зображення на сенсорному екрані.

УЗД апарат на базі планшета керується за допомогою вбудованого сенсорного екрану, як сучасний мобільний смартфон або звичайний планшетний комп'ютер. Портативний пристрій можна порівнювати по функціоналу зі стаціонарними діагностичними системами: за його допомогою можна здійснити автоматичне вимірювання, зберегти фото та відео, а також передати дані, використовуючи модуль wi-fi або dicom.

УЗД апарат на базі мобільного телефону

У березні 2016 року в Нью-Йорку, на конференції Американського інституту ультразвуку, було презентовано перший у світі ультразвуковий сканер на базі смартфона. Кишеньковий УЗД-апарат розробила канадська компанія Clarius Mobile Health. Компактний пристрій працює під керівництвом популярних і найбільш затребуваних операційних систем IOS та Android [15].

«Лікарі просили створити портативний ультразвуковий сканер, сумісний з iPhone, - розповідає Лоран Пеліссьє, голова і генеральний директор Clarius Mobile Health. - Завдання було непростим - розробити недорогий прилад, що дозволяє отримувати якісні зображення, досить компактний, щоб носити з собою. Радий повідомити, що нам вдалося створити продукт, який дає можливість використовувати ультразвук практично в будь-якому місці і тим самим підвищити рівень медичного обслуговування. У роботі він так само простий, як камера мобільного телефону ».

Ультразвуковий сканер Clarius - це бездротовий датчик плюс мобільний додаток, сумісний з більшістю пристроїв, що працюють під управлінням iOS і Android, і службовців для візуалізації і управління. Такий прилад зручно носити з собою, а автоматичні настройки і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс допомагають швидко проводити діагностичні дослідження і виконувати процедури під контролем УЗД, наприклад, провідникову анестезію або прицільні ін'єкції.



Рис. 13. Clarius Scanner і iPhone

Для того, щоб почати використовувати інноваційний мобільний сканер, достатньо придбати спеціальний безпроводниковий датчик Clarius та встановити однойменну програму на підручний смартфон. Компактний прилад ідеально підходить для контролю за проведенням нескладних процедур, таких як прицільні ін'єкції, введення біопсійної голки та провідникова анестезія. З його допомогою лікарі зможуть проводити діагностику поверхнево розміщених органів та структур.

Ергономічна конструкція датчика дозволяє носити його в кишені, що робить прилад неймовірно легким та мобільним.

Компактні ультразвукові сканери, які можна використовувати біля ліжка хворого, стали звичайною справою в більшості лікарень і в багатьох приватних клініках. Однак якісний апарат коштує від 25 до 75 тисяч доларів, а такі

витрати можуть дозволити собі далеко не всі. В даний час прилад Clarius Mobile Health очікує сертифікації FDA, CE і Health Canada, і якщо ці регуляторні органи схвалять його застосування, бажаючі зможуть купити кілька мобільних сканерів за ціною однієї традиційної компактної системи. Точна вартість продукту на даний момент не уточнюється [17].

Разом з універсальними сканерами мініатюризація торкнулася і вузько-спеціалізованих галузей ультразвукових досліджень. Зокрема, сканування сечового міхура. З огляду на те, що катетеро-асоційовані інфекції сечових шляхів – це достатньо поширена внутрішньолікарняна проблема, виробники приділяють особливу увагу розробці недорогих мобільних УЗД-сканерів. Компактні кишенькові пристрої поєднують у собі функціональність стаціонарних апаратів з ергономікою мобільних телефонів.

Першими стали Signostics SignosRT та dBMEDx – УЗД апарати «кишенькового» типу, які дозволяють здійснювати безпечну неінвазивну діагностику сечового міхура. Пристрої автоматично вимірюють необхідні показники і виводять на екран результати досліджень, що дозволяє оперативно одержати інформацію для прийняття правильних клінічних рішень. Використання портативних сканерів знижує вірогідність розвитку інфекції сечових шляхів і дає можливість зекономити бюджет клініки на стаціонарних системах [15].

РОЗДІЛ 4. ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ

Для аналізу було обрано декілька ультразвукових зображень органів черевної порожнини людини з наявними ознаками захворювань.

Наведені зображення були оброблені за допомогою пакету MatLab та скрипту представленого в розділі 4.1.

4.1. СКРИПТ ПРОГРАМИ ОБРОБКИ

```

img=imread('zhinovaya_pechen.jpg');
img=rgb2gray(img);
%% Original
figure;
subplot (2,2,1);
imshow(img);
title('Original');
h = imhist(img);
subplot(2,2,2);fi([], 1, 16)
plot(h);
title('Histograma Of Original Image');
%%Histograma Equilization
img2 = histeq (img);
subplot(2,2,3);
imshow(img2);
title('Equilization Contrast Image');
subplot(2,2,4);
imhist(img2);
title('Histogram Of Contrast Equilization');
%%
%%Point Operation
img3 = img*3;
figure;
```

```
imshow(img3);  
title('Brighten Image');
```

4.2. УЗД ЗОБРАЖЕННЯ КІСТИ НИРКИ



Рис.14 . УЗД зображення кісти нирки

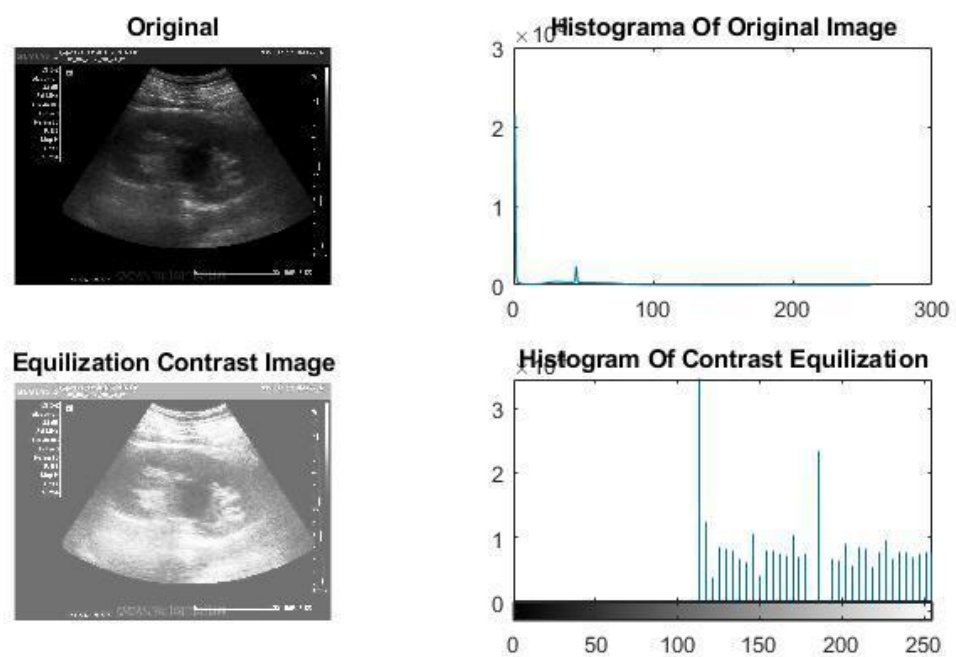


Рис.15 . УЗД зображення кісти нирки після збільшення контрасту

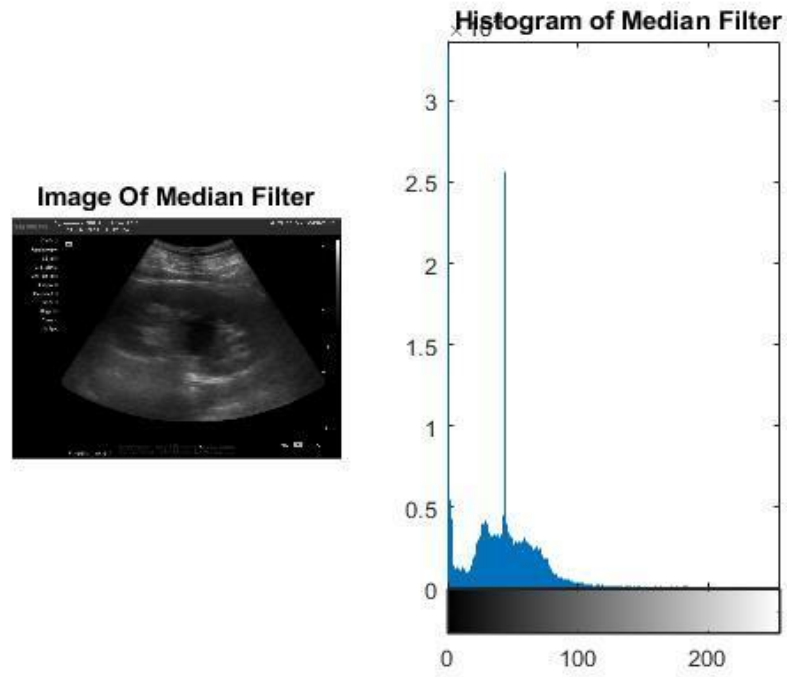


Рис.16 . УЗД зображення кісти нирки після обробки медіанних фільтром



Рис.17 . УЗД зображення кісти нирки після збільшення яскравості зображення

На даних зображеннях є наявність кісти нирки, після обробки зображень за допомогою пакету MatLab отримали більш чітке зображення з отриманою вираженою областю розташування кісти. Найкраще це спостерігається при збільшенні яскравості.

4.3. УЗД ЗОБРАЖЕННЯ ПУХЛИНИ ХОЛЕДОХА



Рис.18 . УЗД зображення пухлини Холедоха

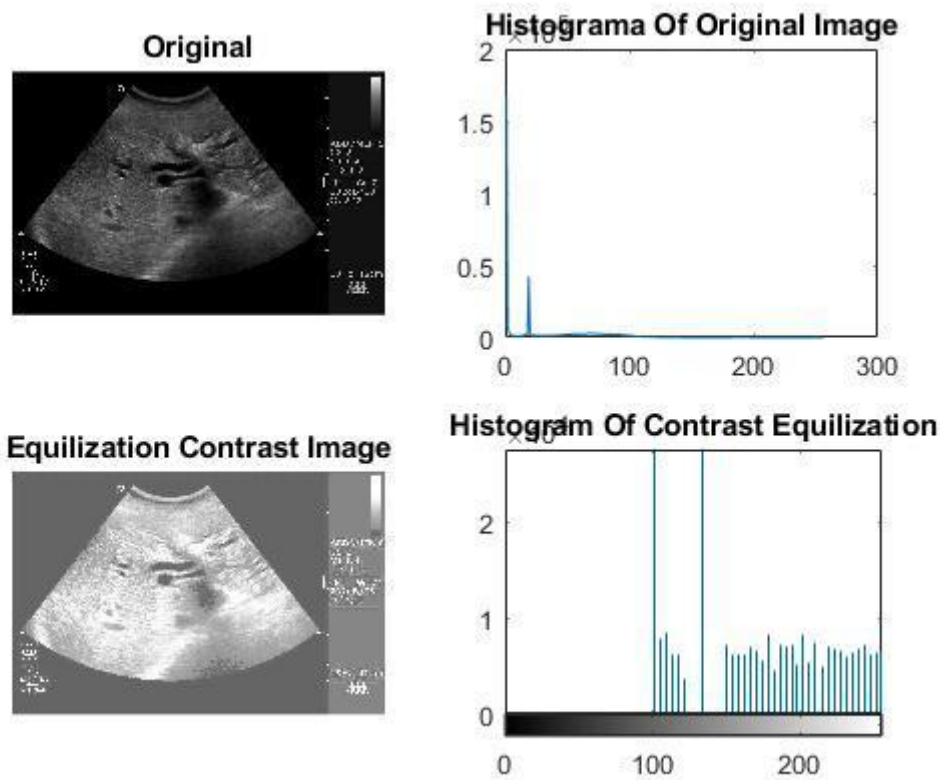


Рис.19. УЗД зображення пухлини Холедоха після збільшення контрасту

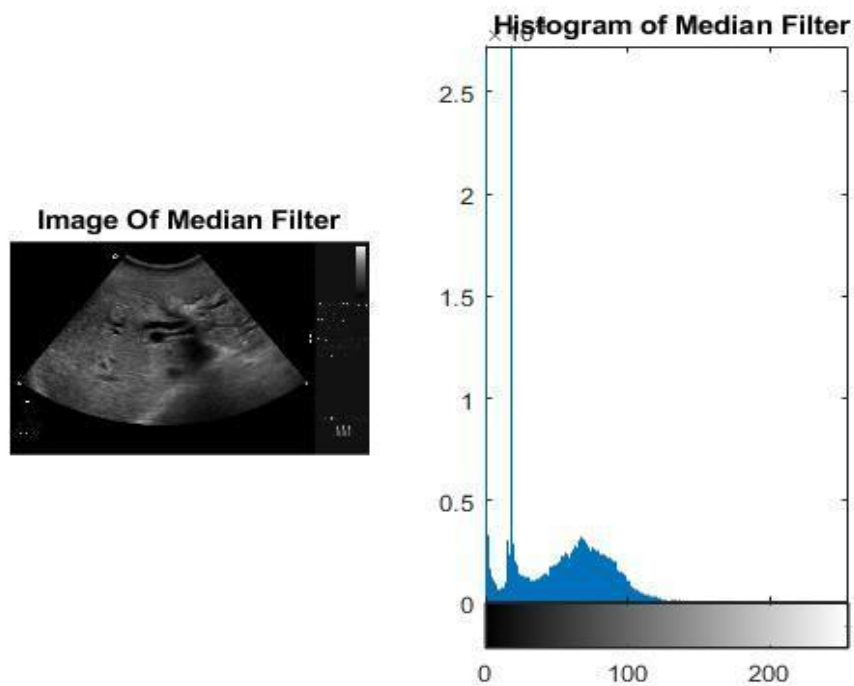


Рис.20. УЗД зображення пухлини Холедоха після обробки медіанних фільтром



Рис.21. УЗД зображення пухлини Холедоха після збільшення яскравості зображення

На даних зображеннях є наявність пухлини Холедоха, після обробки зображень за допомогою пакету MatLab отримали більш чітке зображення з отриманою вираженою областю пухлини Холедоха. Найкраще це видно при збільшенні контрасту.

4.4. УЗД ЗОБРАЖЕННЯ ЦИРОЗУ ПЕЧІНКИ



Рис.22. УЗД зображення цирозу печінки

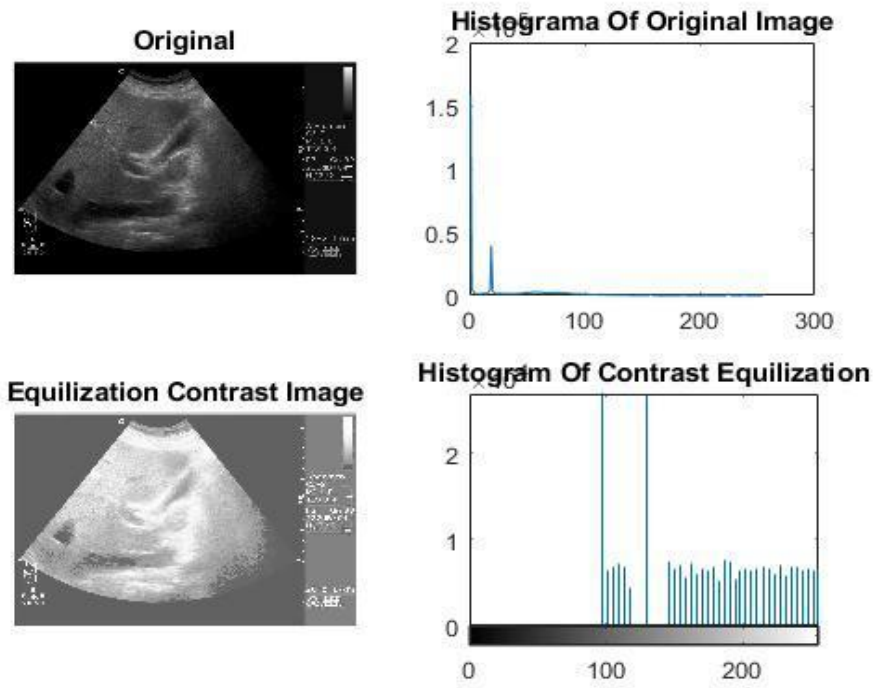


Рис.23. УЗД зображення цирозу печінки після збільшення контрасту

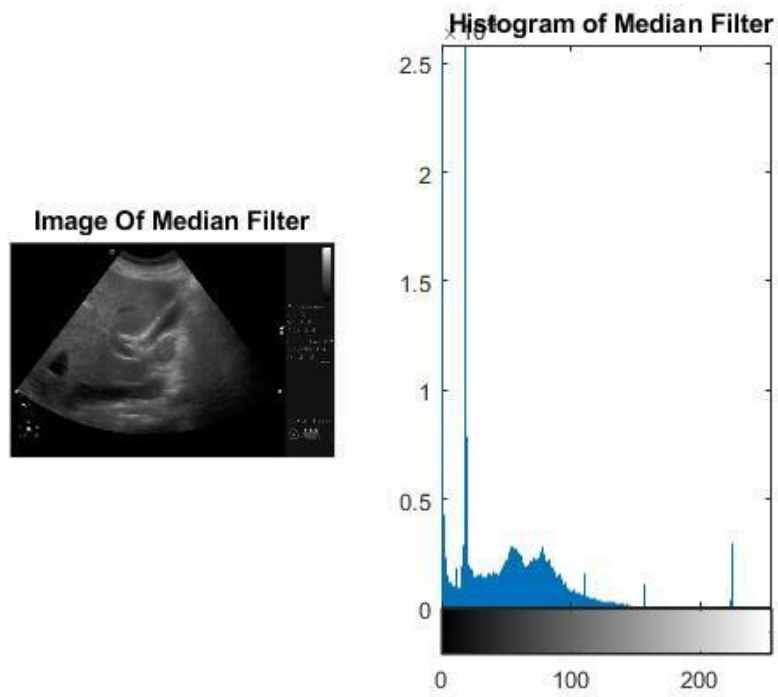


Рис.24. УЗД зображення цирозу печінки після обробки медіанних фільтром



Рис.25. УЗД зображення цирозу печінки після збільшення яскравості зображення

На даних зображеннях є наявність цирозу печінки, після обробки зображень за допомогою пакету MatLab отримали більш чітке зображення з отриманою вираженою областю цирозу печінки. Найкраще це видно при медіанній фільтрації та збільшенню яскравості зображення.

4.5. УЗД ЗОБРАЖЕННЯ ШЛУНКОВОГО КАМЕНЮ



Рис.26. УЗД зображення шлункового каменю

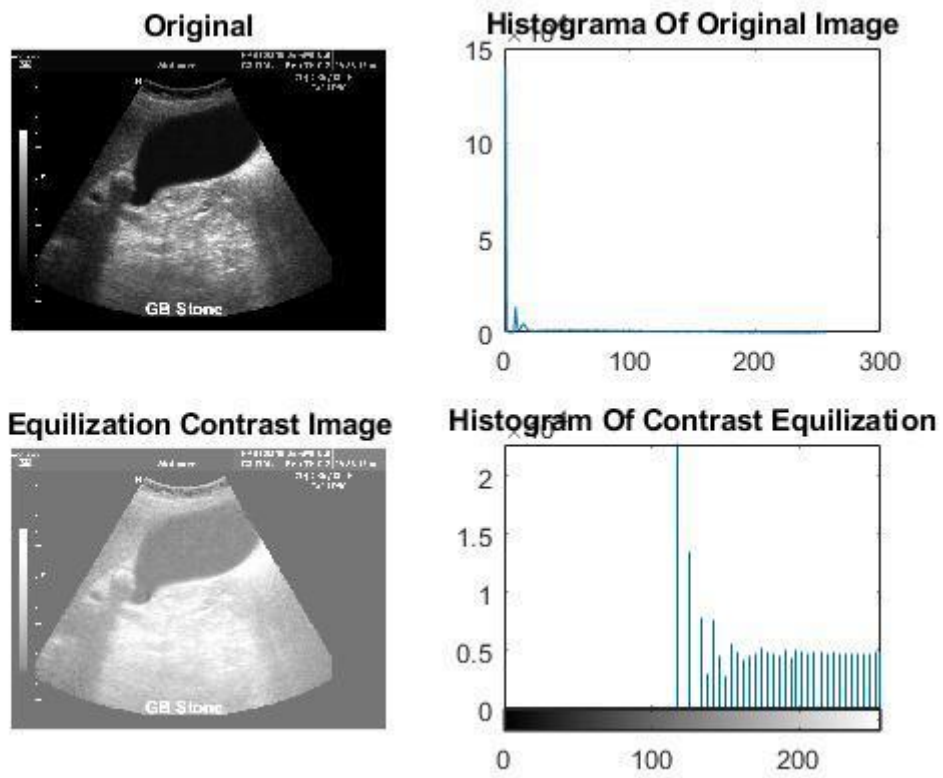


Рис.27. УЗД зображення шлункового каменю після збільшення контрасту

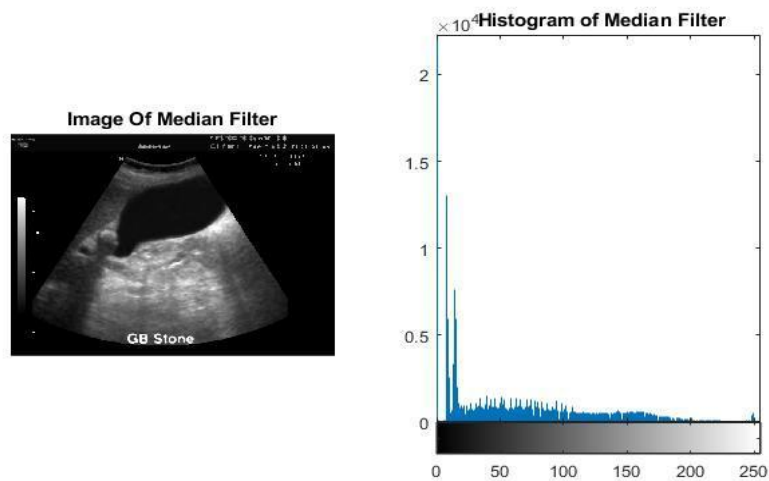


Рис.28. УЗД зображення шлункового каменю після обробки медіанних фільтром



Рис.29. УЗД зображення шлункового каменю після збільшення яскравості зображення

На даних зображеннях є наявність шлункового каменю, після обробки зображень за допомогою пакету MatLab отримали більш чітке зображення з отриманою вираженою областю шлункового каменю. При всіх методах обробки чітко бачимо наявність шлункового каменю.

4.6. ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ

В результаті проведених досліджень отримані результати показали, що для кожного захворювання треба використовувати свої методи обробки зображення.

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ

5.1. ОПИС ІДЕЇ ПРОЕКТУ

Таблиця 1. Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Використання хмарного сервісу для обробки зображень отриманих з портативних УЗД приладів	1. Медицина	Доступність, швидкість, низька ціна

Таблиця 2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	Мій проект	W	N	S
1.	Економічні	Оплата пакету послуг мала			+
2.	Призначення	Обробка зображень отриманих з УЗД приладу			+
3.	Надійності	Підключення до мережі інтернет	+		
4.	Технологічні	Хмарний сервіс для обробки зображень			+
5.	Ергономічні	Зручний при використанні			+
6.	Естетичні	Зручний для використання в повсякденному житті		+	
7.	Екологічності	Екологічно		+	
8.	Безпеки	Безпечно			+

5.2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АУДИТ ІДЕЇ ПРОЕКТУ

Таблиця 3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
.	Використання хмарного сервісу для обробки зображень отриманих з портативних УЗД приладів	Надання пакету послуг обробки зображень за допомогою пакету MatLab	Наявна	Доступно
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: хмарний сервіс для обробки зображень				

5.3. АНАЛІЗ РИНКОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАПУСКУ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Таблиця 4. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1.	Кількість головних гравців, од	5
2.	Загальний обсяг продаж, ум.од/рік	15000
3.	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4.	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Немає
5.	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Не потребує

6.	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	270%
----	---	------

Ринок є привабливим для входження.

Таблиця 5. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Використання хмарного сервісу для обробки зображень отриманих з портативних УЗД приладів	Медичні заклади, приватні клініки	-	Товар має виконувати якісно задачі використання

Таблиця 6. Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Наявність кваліфікованих кадрів	Продукт є наукоємким тому потрібні люди з певними навичками	Пошук персоналу у науково-дослідних інститутах та організаціях
2.	Потреба в ресурсах	Для створення продукту потрібне технічне забезпечення та певні умови для тестування працездатності	Укладання договорів з поставниками ресурсів та оренда приміщень для виготовлення та тестування продукту

Таблиця 7. Фактори можливостей

№ п/ п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Конкуренція	Спонукає розробляти і виробляти нові продукти, покращувати метод виробництва УЗД приладів	Покращення характеристики послуг
2.	Актуальність	Використання компактних приладів УЗД	Мінімізація приладів УЗД

Таблиця 8. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції: Ультразвукова діагностика	На ринку присутня велика кількість компаній	Підвищувати якість товару за рахунок використання передових технологій та залучення кваліфікованого персоналу
2. За рівнем конкурентної боротьби національний	Місцезнаходження фірм не обмежується територіально; офіси розміщено у різних містах	Створення хмарного сервісу з відкритим доступом

3. За галузевою ознакою Міжгалузева	Боротьба розробників УЗД приладів і надання таким приладам пакету послуг хмарного сервісу	Слідкувати за продуктами конкурентів
4. Конкуренція за видами послуг: - товарно-видова	Конкуренція між послугами одного виду	Покращувати якість послуг
5. За характером конкурентних переваг - цінова	Передбачає продаж пакету послуг за більш низькими цінами, ніж конкуренти.	Продавати послуги за низькою ціною.
6. За інтенсивністю - марочна	Боротьба носить явно виражений марочний характер, велике значення набуває брендинг	Реклама послуг, створення символіки продукту

Для того, щоб бути конкурентоспроможним на ринку для розробки сервісу потрібно залучати висококваліфікованих спеціалістів у галузі науки та інженерів для покращення якості сервісу.

Таблиця 9. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/ п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проєктів значущим)
1.	Ступінь покращення обробки зображень	Ніхто з конкурентів не має можливості бачення сервісу з середини
2.	Якість розробки з точки зору показників якості та довговічності	Послуга має видавати стабільно високий відсоток ефективності використання і працювати стабільно
3.	Наявність наукових ресурсів	Для покращення якості продукції та технологічного шляху потрібні наукові ресурси

4.	Економічний (ціна товару)	Ціна пакету послуг не має бути занадто висока, щоб знайти потенційних покупців та сформувати імідж фірми
----	---------------------------	--

Таблиця 10. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№ п/ п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1.	Ступінь задоволення потреб користувача	18						+	
2.	Якість розробки з точки зору оптимальності показників надійності	18						+	
3.	Наявність наукових ресурсів	18					+		
4.	Економічний	18				+			

Таблиця 11. SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: Доступний і відкритий метод. Швидкість обробки результатів.	Слабкі сторони: Доступ до мережі інтернет. Обов'язкова наявність смартфона/ планшету.
Можливості: знижувати витрати за рахунок інтернет сервісу	Загрози: потрібно знайти людей з певними навичками і знаннями і запропонувати вигідні умови для співпраці до того як це зроблять конкуренти; технічне забезпечення та певні умови для тестування працездатності обробки.

Таблиця 12. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/ п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1.	Дослідження поведінки споживачів, пошук наукових ресурсів, розробка обладнання, створення реклами, взаємодія з покупцями для перевірки працездатності обладнання, вихід на ринок	65 %	6 місяців
2.	Дослідження поведінки споживачів, пошук інвесторів, пошук наукових ресурсів, створення обладнання, тестування, вихід на ринок.	80%	12 місяців

Обрано альтернативу № 1

5.4. РОЗРОБЛЕННЯ РИНКОВОЇ СТРАТЕГІЇ ПРОЕКТУ

Таблиця 13. Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/ п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1.	Медичні заклади	Готові	Високий	Мала	Висока
Які цільові групи обрано: обрано цільову групу №1					

Таблиця 14. Визначення базової стратегії розвитку

п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1.	1	За рахунок великих можливостей по об'ємах збуту послуг і продуктивності компанія може добитися менших витрат.	Витрати на виробництво	Стратегія лідерства на витратах
2.	2.	Надання нових послуг важливих з точки зору споживача відмітних властивостей, які роблять послуги відмінним від товарів конкурентів. Така відмінність може базуватися на об'єктивних або суб'єктивних, відчутних і невідчутних властивостях товару.	Формування попиту у користувачів за рахунок спеціального функціоналу та високої якості товару	Стратегія диференціації

Обрано стратегію диференціації.

Таблиця 15. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1.	Ні	Так	Так, основний функціонал	Наслідкування лідера

Таблиця 16. Визначення стратегії позиціонування

п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1.	Використання хмарного сервісу для обробки зображень отриманих з портативних УЗД приладів	Диференціації	Низька ціна, моніторинг в реальному часі, не має завад використанню в повсякденному житті	Оптимальне співвідношення ціна/якість, наукоємкість

5.5. *РОЗРОБЛЕННЯ МАРКЕТИНГОВОЇ ПРОГРАМИ
СТАРТАП-ПРОЕКТУ*

Таблиця 17. Визначення ключових переваг
концепції потенційного товару

№ п/ п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед кон- курентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1.	Обробки зображень в хмарному сервісі	Використання сучас- них технологій	Стабільність роботи
2.	Дистанційне заван- таження в реаль- ному часі	Доступність викорис- тання в повсякден- ному житті	Простота використання, не втручання в систему моніто- рингу.

Таблиця 18. Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові
I. Товар за за- думом	Чутливий елемент для визначення концентрації пере- кису водню в повітрі
II. Товар у реал- ьному вико- нанні	Властивості/характеристики
	1. Низька ціна 1000 у.о.
	2. Сумісність з більшістю обладнання
	3. Висока надійність
	4. Безпечно для користування
	Якість: стабільна робота та простота використання
III. Товар із пі- дкріпленням	Пакування: невелика коробка
	Марка: "Мій проект"
	До продажу: гарантія, надання кредиту
	Після продажу: доставка, налаштування.

За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: захист інтелектуальної власності

Таблиця 19. Визначення меж встановлення ціни

№ п/ п	Рівень цін на товари- замінники	Рівень цін на товари- аналоги	Рівень доходів ці- льової групи спо- живачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на то- вар/послугу
	-	1000 - 1500 у.о.	5000 у.о. і вище	850 - 1700 у.о./м ²

Таблиця 20. Формування системи збуту

№ п/ п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати пос- тачальник товару	Глибина ка- налу збуту	Оптимальна система збуту
	Закачування додатку на смартфон/ планшет	Встановлення контакту, інформування, поділ, зберігання, сортування	Канал нульового рівня	Виробник безпосередньо збуває продукцію покупцям

Таблиця 21. Концепція маркетингових комунікацій

п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
	Викорис-	Прямі - канал комунікації,	Мобільність, практичність,	Поширення знань про	Звернення за- сноване на :

	тання хмарного сервісу для обробки зображень отриманих на базі пакету MatLab	коли інформація передається безпосередньо від інформатора до інформованої особи	та простота у використанні.	сервіс.	актуальності розвитку технологій та простоті дії сервісу
--	--	---	-----------------------------	---------	--

5.6. ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ

Ринкова комерціалізація даного сенсора є досить високою через високу ціну в конкурентів та присутність конкурентних характеристик товару. Також, ринок сенсорів розвивається дуже швидко, що підвищить шанси залучити фінансування. Єдиним недоліком може бути додатково вбудовувати джерело УФ для відновлення сенсора що ускладнить прилад.

ВИСНОВКИ

Проаналізувавши сучасний стан ультразвукових приладів необхідність обробки зображень з використанням хмарного сервісу є актуальною сьогодні.

На сьогодні провідні інженери компаній, які випускають смартфони та планшети намагаються вмістити якомога більше функцій в свої вироби, для того, щоб важлива інформація завжди була поряд з власником приладу.

Ультразвукова діагностика не є виключенням і функції смартфонів, як екранів ультразвукових датчиків вже не є виключенням. За останні роки все більше і більше УЗД приладів мінімізують і створюють компактними, тому що це є актуальним сьогодні.

В результаті проведених досліджень отримані результати показали, що для кожного захворювання треба використовувати свої методи обробки зображення. На представлених зображеннях видно наявність зони захворювання, після проведення покращення зображень візуалізація ділянок з ураженнями виділяється краще.

Запропоновані мною методи обробки зображень покращать та допоможуть лікарям за допомогою бездротових компактних приладів та смартфонів швидко та зручно отримувати якісні і чіткі зображення в будь якій точці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. [URL: http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/informatika.../lectures_stud/uk/pharm/tpkz/ptn/%D0%86%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97%20%D1%83%20%D1%84%D0%B0%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97/2/05-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D1%8C.htm](http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/informatika.../lectures_stud/uk/pharm/tpkz/ptn/%D0%86%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97%20%D1%83%20%D1%84%D0%B0%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97/2/05-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D1%8C.htm). (дата звернення 03.01.2018)
2. [URL: http://pmc.com.ua/uk/ultrazvukova-diagnostics-uzd](http://pmc.com.ua/uk/ultrazvukova-diagnostics-uzd). (дата звернення 04.02.2018)
3. [URL: https://studfiles.net/preview/5280766/page:3/](https://studfiles.net/preview/5280766/page:3/). (дата звернення 12.03.2018)
4. [URL: http://imedic.kiev.ua/uk/statyi/uzi/1518-fizychni-pryntsypy-uzd-diahnostyky](http://imedic.kiev.ua/uk/statyi/uzi/1518-fizychni-pryntsypy-uzd-diahnostyky). (дата звернення 06.01.2018)
5. [URL: https://moodle.tdmu.edu.ua/login/index.php](https://moodle.tdmu.edu.ua/login/index.php). (дата звернення 03.01.2018)
6. [URL: http://sernam.ru/book_ot.php?id=3](http://sernam.ru/book_ot.php?id=3). (дата звернення 18.01.2018)
7. [URL: http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/informatika/lectures_stud/uk/pharm/tpkz/ptn/%D0%86%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97%20%D1%83%20%D1%84%D0%B0%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97/1/05.%D0%92%D1%96%D0%B7%D1%83%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F%20%20%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85.htm](http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/informatika/lectures_stud/uk/pharm/tpkz/ptn/%D0%86%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97%20%D1%83%20%D1%84%D0%B0%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97/1/05.%D0%92%D1%96%D0%B7%D1%83%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F%20%20%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85.htm). (дата звернення 26.01.2018)

8. URL:

https://moodle.tdmu.edu.ua/pluginfile.php/130957/mod_resource/content/1/%D0%9F%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%82%D1%82%D1%8F%20%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F.pdf. (дата звернення 12.02.2018)

9. URL:

https://moodle.tdmu.edu.ua/pluginfile.php/66863/mod_folder/content/0/05.3.%20%D0%92%D1%96%D0%B7%D1%83%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F%20%20%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85.pdf?forcedownload=1. (дата звернення 15.02.2018)

10. URL:

http://moodle.tdmu.edu.ua/pluginfile.php/93871/mod_folder/content/0/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F%202%20Medical%20images.pdf?forcedownload=1. (дата звернення 16.03.2018)

11. URL: <http://ultrasonography.ub.ua/analitic/26054-ultrazvukovi-doslidennya-perevagi-i-nedoliki.html>. (дата звернення 05.01.2018)12. URL: <https://med-magazin.ua/ua/articles/view/316/>. (дата звернення 19.02.2018)13. URL: <http://xn----8sbaa5ag5cakvb0i.xn--p1ai/item/siemens-acuson-s2000.html>. (дата звернення 03.01.2018)14. URL: <http://xn----8sbaa5ag5cakvb0i.xn--p1ai/item/uzi-apparat-toshiba-aplio-500.html>. (дата звернення 11.03.2018)15. Олексій Стахів. Дата оновлення: 04.08.2016. <https://bimedis.net/latest-news/browse/385/uzd-aparat-maybutnogo-miniatyurizatsiya-ultrazvukovogo-obladnannya> URL: <https://bimedis.net/latest-news/browse/385/uzd-aparat-maybutnogo-miniatyurizatsiya-ultrazvukovogo-obladnannya> . (дата звернення 11.03.2018)

16. URL: <https://uzist.ru/news/philips-visiq.html>. (дата звернення 11.03.2018)
17. URL: <https://uzist.ru/news/clarius-aium-2016.html#.Vw1bnxOLTfZ>. (дата звернення 05.03.2018)